

RINGKASAN EKSEKUTIF

1. Judul

Strategi Pengendalian Pencemaran Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng Kota Kupang

2. Pendahuluan

Kali Dendeng merupakan salah satu dari 35 sungai penting di Indonesia. Air Kali Dendeng dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, termasuk untuk mensuplai air bersih pada masyarakat Kota Kupang di mana pendistribusiannya kepada masyarakat dilakukan oleh PDAM Kota Kupang. Beberapa anak sungai yang bermuara pada kali Dendeng antara lain Kali Mapoli, Kapadala, Airmona, Bakunase dan Kali Sembunyi. Kali Dendeng mempunyai luas daerah aliran sungai sebesar 47.73 km² dan panjang sekitar 11.8 km. Pesatnya perkembangan Kota Kupang berdampak pada terjadinya perubahan penggunaan lahan di sepanjang Kali Dendeng yang semula berupa kawasan hutan berubah menjadi kawasan pemukiman. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya kawasan jalur hijau di sekitar Kali Dendeng. Bertambahnya aktifitas masyarakat di sekitar Kali Dendeng menimbulkan dampak negatif terhadap kuantitas dan kualitas air pada Kali Dendeng.

Langkah pengendalian pencemaran dapat dilakukan secara lebih efektif jika sumber dan jenis zat pencemar dalam air limbah dan air sungai diketahui, karenanya identifikasi sumber dan jenis pencemar serta fakta-fakta yang terkait beban pencemaran limbah domestik dan limbah industri kecil di sekitar Kali Dendeng menjadi perlu untuk diteliti. Selain itu, sebagai umpan balik dan tindak lanjut dari kajian kinerja kualitas air Kali Dendeng perlu dirumuskan strategi pengembangan berdasarkan faktor-faktor penting pengendalian untuk mempersiapkan tindakan strategis dan perubahan yang dibutuhkan di masa depan berdasarkan kondisi saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menentukan kondisi *eksisting* fisik dan kimia perairan Kali Dendeng dan menganalisis kualitas perairan Kali Dendeng serta menentukan beban pencemaran menurut beberapa parameter kualitas air berdasarkan parameter kualitas air; (2) mengidentifikasi sumber dan jenis pencemar di dalam air limbah dan air sungai; (3) mengidentifikasi perilaku masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam membuang air limbah serta memanfaatkan sumberdaya air di Kali Dendeng; dan (4) mengidentifikasi peran berbagai stakeholder baik pemerintah maupun masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam

mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Kali Dendeng.

3. Metode Penelitian

Penelitian terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah menentukan kondisi ekisting perairan Kali Dendeng terhadap parameter fisik-kimia dan biologi mencakup: pH, suhu, TDS, DHI, TSS, DO, BOD, COD, Mn, Fe, Cd, Pb, Zn, detergen, minyak dan lemak, sulfat, fosfat, nitrit, faecal coliform dan total coliform. Selain itu pada tahapan ini dilakukan pula identifikasi terhadap sumber sumber pencemar dan beban pencemar terhadap beberapa parameter. Tahap kedua bertujuan untuk mengidentifikasi perilaku masyarakat di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng dalam membuang limbah dan memanfaatkan sumberdaya air di sekitar DAS Kali Dendeng serta mengidentifikasi peran berbagai stakeholder dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Daerah Aliran Sungai Kali Dendeng.

Penelitian dilaksanakan di wilayah DAS Kali Dendeng dan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT. Contoh air diambil dari DAS Kali Dendeng yang melintas membelah Kota Kupang yang merupakan Ibukota Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pengambilan contoh air dilakukan pada delapan stasiun yang mewakili bagian hulu, tengah dan hilir dari DAS Kali Dendeng. Lokasi titik pengambilan contoh ditunjukkan pada Table 3.1. Analisis contoh dilakukan secara *in situ* (lapsungan) dan di UPT Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Daerah. Pengambilan sampel ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Oktober 2017.

Untuk parameter sosial, penelitian dilakukan di dua belas kelurahan di sempadan sungai Sub DAS Kali Dendeng. Kelurahan-kelurahan tersebut meliputi: Fatukoa, Manulai 2, Manutapen, Bakunase, Bakunase 2, Naikoten 1, Batuplat, Airnona, Fontein, Nunleu, Mantasi, dan Airmata. Selain itu, untuk para pengambil keputusan dilakukan terhadap organisasi perangkat daerah (OPD) yang tugas pokok dan fungsinya berkaitan dengan pengelolaan DAS Kali Dendeng. Penelitian untuk parameter sosial dilakukan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2017.

Table 1 Lokasi Pengambilan Sampel di DAS Kali Dendeng

No	Nama Sampel	Lokasi	Koordinat
1	Stasiun 1	Kali Biknoi	S: 10° 13' 52.74" E: 123° 36' 18.18"
2	Stasiun 2	Kali Bakunase 2	S: 10° 11' 07.03" E: 123° 35' 49.35"
3	Stasiun 3	Kali Airnona	S: 10° 10' 58.90" E: 123° 34' 47.81"
4	Stasiun 4	Kali Sembunyi	S: 10° 10' 32.57" E: 123° 35' 25.39"
5	Stasiun 5	Intake Bendung Kali Dendeng	S: 10° 10' 22.44" E: 123° 35' 00.69"
6	Stasiun 6	Bendung Kali Dendeng 2	S: 10° 10' 15.91" E: 123° 34' 58.73"
7	Stasiun 7	Jembatan Bakunase	S: 10° 11' 30.30" E: 123° 35' 03.20"

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pada tujuh Stasiun yang disampling di Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa nilai pH berkisar antara 7.1 – 7.9; suhu perairan pada Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 23 – 28°C; nilai daya hantar listrik berkisar antara 376 – 568 $\mu\text{S}/\text{cm}$; konsentrasi TDS berkisar antara 189 – 301 mg/L; konsentrasi TSS (mg/L) berkisar antara 1 – 15 mg/L; kadar oksigen terlarut berada pada kisaran 3,8 – 7,6 mg/L; konsentrasi BOD dan COD berturut turut berada pada kisaran 1,5 – 6,3 mg/L dan 2,5 – 12,1 mg/L; Konsentrasi nitrit berkisar antara 0,003 – 0,24 mg/L; kadar fosfat berada di sekitar 0 – 0,001 mg/L; kadar detergen berada pada kisaran 0 – 17 $\mu\text{g}/\text{L}$; konsentrasi minyak dan lemak berada pada kisaran 0 – 2000 $\mu\text{g}/\text{L}$; secara berturut turut, konsentrasi Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn berkisar antara 0.001 – 0,041 mg/L; 0,002 – 0,011 mg/L; 0,003 – 0,005 mg/L; 0,001 – 0,008 mg/L; 0,005 – 0,016 mg/L; dan konsentrasi faecal coliformnya berkisar antara 350 – 12.000 jml/100 ml sedangkan untuk total coliformnya adalah 2.900 – 12.000 jml/100 ml. Kontribusi terbesar pada pencemaran i Sub DAS Kali Dendeng adalah parameter BOD, minyak dan lemak dan coliform.

Penentuan status kualitas air di Sub DAS Kali Dendeng menggunakan metode STORET menunjukkan bahwa Sub DAS Kali Dendeng diklasifikasikan tercemar sedang dengan nilai indeks STORET -24. Sumber pencemar utama di Sub DAS Kali Dendeng berasal dari limbah domestik berasal dari masyarakat yang tinggal di sepanjang Kali Dendeng, sampah, dan detergen dan juga limbah industri kecil seperti pabrik tahu/tempe yang berada di sekitar bantaran Kali Dendeng. Beban pencemar dari air limbah domestik yang dibuang di Sub DAS Kali Dendeng adalah beban BOD 29, 45 kg/hari dan untuk COD adalah 67,14 kg/hari.

Hasil survey menunjukkan bahwa 61 % responden yang tinggal di sempadan Sub DAS Kali Dendeng tidak pernah mendengar UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hanya sekitar 39 % responden yang mengetahui tentang adanya UU. No 32 Tahun 2009. Namun dari 39% responden yang tahu tentang adanya UU No.32 Tahun 2009, sekitar 75% nya tidak mengetahui isi dari Undang Udang tersebut. Aturan tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air juga belum banyak diketahui oleh responden. Padahal pemerintah telah menetapkan baku mutuair melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Sebagian besar responden (83%) mendefinisikan air limbah domestik sebagai air buangan yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. 17% Responden menyatakan bahwa air buangan yang berasal dari buangan kamar mandi, buangan dapur dan buangan cuci merupakan air limbah domestik. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan responden tentang definisi air limbah rumah tangga sudah baik.

Tindakan responden dalam penelitian ini dilihat dari cara responden membuang air limbah rumah tangga yang meliputi air buangan dari aktivitas mandi, cuci, kakus dan aktivitas di dapur. Pada umumnya responden tidak memiliki tempat pembuangan air limbah rumah tangga berupa saluran ke sungai. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan saluran ke sungai adalah saluran bersama yang menerima aliran air limbah domestik dari beberapa rumah dan diarahkan ke sungai. Responden yang posisi rumahnya berbatasan langsung dengan sungai sebagian besar langsung membuang air limbah domestiknya ke sungai tanpa melalui saluran bersama. Artinya air limbah domestik yang dihasilkan dari rumah langsung dibuang ke sungai tanpa melewati proses pengolahan terlebih dahulu. Alasan yang dikemukakan responden dalam membuang air limbah domestiknya ke sungai, antarlain: (1) dekat sungai; (2) saluran yang ada di lingkungannya alirannya sudah dirancang mengarah ke sungai; (3) tidak ada tempat lain; (4) lebih mudah dan (5) lebih cepat.

Untuk industri kecil dan peternakan, sebagian besar responden membuang air limbah tanpa diolah terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena mahalnya biaya treatment limbah cair. Adapun responden yang punya kepedulian untuk menjaga sumberdaya air dengan cara menampung air limbah tahu pada kolam penampung sebelum dibuang ke badan sungai. Gambar 4.39 memperlihatkan kolam penampungan air limbah yang dibuat oleh responden di Kelurahan Airmona. Air yang ada pada kolam penampung ini seharusnya ditreatment lebih lanjut sebelum dibuang ke badan sungai. Namun, karena keterbatasan dana, air limbah yang ada di kolam penampung tidak mengalami proses treatment lebih lanjut. Air limbah ini hanya ditampung dan sebagian hanya dibiarkan terevaporasi. Setelah air limbah yang kaya

akan nutrient ini penuh, kotorannya diangkut dari kolam dan dibiarkan kering udara. Sedimen dari kolam penampung yang kaya akan nutrient digunakan kembali oleh petani sekitar sebagai pupuk. Pengelolaan limbah tahu yang sederhana ini disebabkan karena mahalnya teknologi pengolahan limbah.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng merupakan salah satu sumberdaya alam yang perlu dilestarikan keberadaannya. Mengingat pentingnya Sub DAS Kali Dendeng bagi masyarakat Kota Kupang, maka kebijakan pengelolaan sumberdaya air harus dilakukan secara menyeluruh. Oleh karena itu perlu dibuat peraturan daerah yang mengatur tentang kebijakan sumberdaya air yang terintegrasi agar masyarakat dapat menikmati sumberdaya air secara adil. Peraturan yang telah dibuat perlu dilaksanakan secara konsekuen dengan memperhatikan kesetaraan dan keadilan.

Untuk mewujudkan kondisi tersebut maka pemerintah bersama warga perlu bekerjasama. Kali Dendeng merupakan salah satu sumberdaya air yang sangat produktif. Agar pengelolaannya lebih bermanfaat maka perlu dilakukan secara terintegrasi. Untuk itu seluruh organisasi pemerintah daerah yang berhubungan kerja dengan sub DAS Kali Dendeng perlu duduk bersama berdiskusi agar tidak terjadi tumpang tindih kewenangan dan pekerjaan. Selain itu pola kolaborasi antar instansi perlu ditingkatkan agar tujuan untuk pengelolaan sub DAS Kali Dendeng yang berkelanjutan dapat terwujud.

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulan

- a. Kondisi eksisting fisika dan kimia Kali Dendeng memperlihatkan bahwa kadar BOD, minyak dan lemak, dan coliform di sub DAS Kali Dendeng telah melebihi ambang batas yang ditetapkan sesuai dengan PP No.82 Tahun 2001. Untuk parameter pH, suhu, suspended solids (TSS dan TDS), oksigen terlarut (DO), nitrit, phosphat, detergen dan logam berat (Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn) konsentrasi masing masing parameternya masih dibawah limit batas yang ditetapkan oleh PP No. 82 Tahun 2001.
- b. Analisa status kualitas air dengan menggunakan STORET analisis menunjukkan bahwa sub DAS Kali Dendeng dikategorikan tercemar sedang dengan beban BOD = 29,448 kg/hari dan beban COD = 56,540 kg/hari
- c. Sumber pencemar umumnya berasal dari sampah, limbah cair buangan baik dari septik maupun greywater, buangan limbah industri tahu, dan limbah peternakan (babi). Sumber pencemar ini terdistribusi di sepanjang sub DAS Kali Dendeng.

- d. Belum adanya kesadaran masyarakat dalam melestarikan sumberdaya air di sub DAS Kali Dendeng Hal ini disebabkan karena rendahnya pengetahuan tentang peraturan lingkungan hidup yang berlaku dan akses ke sungai yang sangat mudah karena tidak adanya saluran yang memadai. Untuk industri kecil dan peternakan yang berada di Sub DAS Kali Dendeng, sebagian besar limbah dibuang tanpa diolah terlebih dahulu karena mahalnya biaya treatment air limbah. Umumnya industri yang ada mempunyai keterbatasan dana.
- e. Koordinasi antar berbagai stakeholder belum berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini disebabkan karena tumpang tindihnya kewenangan yang ada di tiap OPD. Oleh karena itu, seluruh stakeholder perlu duduk bersama untuk berdiskusi agar pola kolaborasi antar instansi perlu dioptimalkan guna mewujudkan pengelolaan Sub DAS Kali Dendeng yang berkelanjutan.

Rekomendasi

- a. Pemerintah Kota Kupang perlu membuat aturan baik Peraturan Daerah atau Keputusan Walikota yang terintegrasi tentang pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng dari hulu sampai dengan hilir yang terpadu dan menyeluruh. Peraturan tersebut sangat penting untuk diguhkan sebagai payung hukum bagi eksekutif dan juga masyarakat untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan serta program program lainnya demi keberlanjutan pembangunan di Sub DAS Kali Dendeng. PERDA ini bertujuan juga untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan Sub DAS Kali Dendeng yang lebih parah dan digunakan sebagai instrumen pengendalian pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan di Sub DAS Kali Dendeng.
- b. Peraturan peraturan daerah yang berhubungan dengan Sub DAS Kali Dendeng yang telah ditetapkan oleh Pemerintah dan DPRD perlu disebarluaskan kepada seluruh stakeholder yang berkepentingan untuk dilaksanakan. Oleh karena itu transparansi terhadap rencana pembangunan dan pelaksanaan program di Sub DAS Kali Dendeng perlu dilakukan dengan berbagai cara yang mudah diakses baik oleh masyarakat maupun dinas dan badan terkait. Informasi ini dapat melalui media cetak, internet dan papan informasi.
- c. Pemerintah perlu melakukan perencanaan pemukiman yang aman di kawasan sempadan sungai di Sub DAS Kali Dendeng. Perencanaan ini perlu dilakukan melalui

kerjasama dari berbagai instansi terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup Daerah dan Kebersihan, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, PDAM Kota Kupang, Dinas Kesehatan, Dinas Pertanian, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah, Pol PP, Perguruan Tinggi, Kecamatan Kota Raja dan juga 12 Kelurahan di sepanjang Sub DAS Kali Dendeng serta masyarakat sekitar daerah aliran sungai Kali Dendeng. Kerjasama ini melalui perencanaan, pengelolaan, pengawasan, penelitian, penyuluhan kepada masyarakat guna mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan di sekitar Sub DAS Kali Dendeng.

- d. Informasi tentang potensi pencemaran dan potensi longsor pada lereng di Sub DAS Kali Dendeng perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas air maupun kerusakan yang lebih parah di sempadan sungai Sub DAS Kali Dendeng.
- e. Pemerintah perlu membatasi dan juga mengawasi aktivitas pembangunan perumahan maupun kegiatan industri kecil di sempadan sungai di Sub DAS Kali Dendeng agar tidak terjadi perubahan peruntukan lahan yang dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat yang mendiami Kali Dendeng. Selain itu pemerintah perlu melakukan pendampingan secara terus menerus kepada masyarakat untuk meningkatkan ketrampilan masyarakat dalam bentuk kegiatan yang lebih kongkrit seperti mengelola sampah organik menjadi pupuk organik, mengatasi erosi terutama pada lahan yang mempunyai tingkat kemiringan yang tinggi, serta membantu menyadarkan masyarakat tentang pola pikir hidup sehat di kawasan sempadan sungai.
- f. Pemerintah perlu membuka akses jalan di sekitar Sub DAS Kali Dendeng agar masyarakat dapat menikmati keindahan Kali Dendeng karena beberapa spot yang ada di Sub DAS Kali Dendeng mempunyai potensi wisata. Selain itu Pembukaan akses jalan akan mendorong masyarakat untuk tidak membuang limbah secara langsung ke badan sungai.

KATA PENGANTAR

Syukur dan pujian kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas perkenan dan rahmatnya kegiatan penelitian yang berjudul **“Strategi Pengendalian Pencemaran Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng Kota Kupang”** dapat berjalan dengan baik.

Kali Dendeng adalah salah satu kali yang melintas di Kota Kupang, mempunyai luas wilayah $\pm 180,27 \text{ km}^2$ dengan topografi berbukit dan tingkat kemiringan $\pm 15^\circ$. Air yang berasal dari Kali Dendeng dimanfaatkan oleh masyarakat yang mendiami sekitar kali tersebut untuk berbagai macam kebutuhan. Penurunan kualitas air Kali Dendeng disebabkan oleh beban pencemaran akibat limbah domestik, industri kecil dan peternakan. Perilaku masyarakat di sekitar Kali Dendeng turut berkontribusi terhadap penurunan kualitas air. Masyarakat menganggap bahwa sungai adalah tempat pembuangan akhir limbah. Penurunan kualitas air ini dapat mengakibatkan permasalahan lingkungan. Fenomena ini akan menimbulkan juga ancaman bagi keberhasilan pembangunan jangka panjang terutama dalam melestarikan sumber-sumber air.

Apabila permasalahan ini dibiarkan terus menerus maka akan menyebabkan permasalahan pencemaran yang lebih serius. Untuk mengantisipasi terjadinya permasalahan lingkungan di Sub DAS Kali Dendeng lebih serius maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji tentang bagaimana strategi pengendalian pencemaran di Sub DAS Kali Dendeng. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (BALITBANGDA) Kota Kupang sebagai institusi yang berwenang untuk melakukan kajian di bidang kelitbang telah melakukan kajian tentang pencemaran lingkungan yaang terjadi di Sub DAS Kali Dendeng.

Kami menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih kepada mitra Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Kupang, **Philipi de Rozari, S.Si, M.Si, M.Sc, Ph.D.** selaku tenaga ahli dan juga kepada **Prof. Dr. Ir. I Nyoman Widiartha Mahayasa, M.P** dan **Dr. Ir. Anthonius S. J. Adu Tae** selaku Tim Pengendali Mutu dari Universitas Nusa Cendana Kupang yang telah memberikan pencerahan akademik selama bekerjasama menyelesaikan kajian ini.

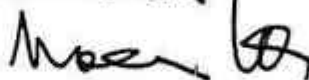
Kajian ini difokuskan terdiri atas dua tahapan yaitu menentukan kondisi eksisting perairan Kali Dendeng terhadap parameter fisik-kimia dan biologi dan Kali Dendeng dalam membuang limbah dan memanfaatkan sumberdaya air di sekitar DAS Kali Dendeng serta mengidentifikasi peran berbagai stakeholder dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Daerah Aliran Sungai Kali Dendeng. Kegiatan ini difokuskan pada dua belas kelurahan di sempadan sungai Sub DAS Kali Dendeng. Kelurahan - kelurahan tersebut meliputi: Fatukoa, Manulai 2, Manutapen, Bakunase, Bakunase 2, Naikoten 1, Batuplat, Airmona, Fontein, Nunleu, Mantasi, dan Airmata.

Dalam melaksanakan penelitian ini, para peneliti mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu kami ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi tingginya kepada berbagai pihak yang membantuk kelancaran penelitian ini. Terima kasih kami sampaikan kepada Organisasi Perangkat Daerah (OPD) di lingkungan Pemerintah Kota Kupang yaitu (1) BAPPEDA Kota Kupang, (2) Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, (3) Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Pemukiman (4) Dinas Lingkungan Hidup Daerah dan Kebersihan, (5) Pemerintah Kecamatan Kota Raja, (6) Pemerintah Kelurahan Fatukoa, Manulai 2, Manutapen, Bakunase, Bakunase 2, Naikoten 1, Batuplat, Airmona, Fontein, Nunleu, Mantasi, dan Airmata, (7) PDAM Kota Kupang, Badan Lingkungan Hidup Provinsi NTT, (8) Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, (9) DPRD Kota Kupang, (10) Tokoh Masyarakat dan (11) pihak lainnya yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu kami sangat mengharapkan kritik, saran dan masukan yang konstruktif agar output maupun outcome dari kegiatan ini dapat lebih baik. Semoga hasil yang diperoleh serta rekomendasi yang ada dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan Pemerintah Kota Kupang.

Kupang, 1 November 2017

Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah
Kota Kupang



Noce Nus Loa, SH, M.Si
Pembina Tingkat I
NIP 19661117 198603 1002

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Judul	ii
Lembar Persetujuan	iii
Abstrak	iv
Ringkasan Eksekutif	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Sasaran	5
1.5 Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Informasi Daerah Aliran Sungai Kali Dendeng	6
2.2 Pencemaran Daerah Aliran Sungai	7
2.3 Kualitas Perairan Sungai	11
2.3.1 Parameter Fisik	12
2.3.2 Parameter Kimia	14
2.3.3 Parameter Biologi	21
2.4 Beban Pencemaran	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Variabel Penelitian.....	25
3.3 Metode Pengumpulan Data	26
3.3.1 Analisa Laboratorium	27

3.3.2 Penentuan Kualitas Air Perairan Kali Dendeng.....	28
3.3.3 Analisis Beban Pencemar	29
3.3.4 Analisis Stakeholder	30
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	31
4.2 Kondisi Existing Kualitas Air di Sub DAS Kali Dendeng	32
4.2.1 Derajat Keasaman (pH).....	32
4.2.2 Suhu.....	33
4.2.3 Daya Hantar Listrik	34
4.2.4 Total Disolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solids (TSS).....	35
4.2.5 Oksigen Terlarut	40
4.2.6 Biologcal Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD)	42
4.2.7 Nitrit	45
4.2.8 Phospat	47
4.2.9 Detergen	48
4.2.10 Minyak dan Lemak	50
4.2.11 Logam Berat	51
4.2.12 Coliform	53
4.3 Analisa Status Kualitas Air di Sub DAS Kali Dendeng.....	55
4.4 Beban Pencemar	56
4.5 Perilaku Masyarakat dalam Membuang Air Limbah dan Memanfaatkan Sumberdaya Air.....	66
4.6 Peran Pemerintah dan Masyarakat Dalam Mewujudkan Keberlanjutan Pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Kali Dendeng.....	69
 BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Rekomendasi.....	75
 DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut...	16
Tabel 2.2	Status kualitas air berdasarkan nilai BOD ₅	17
Table 3.1	Lokasi Pengambilan Sampel di DAS Kali Dendeng.....	25
Table 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel di DAS Kali Dendeng oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah Provinsi NTT (2014 – 2016).....	27
Tabel 3.3.	Parameter kualitas air dan acuan metode analisis yang digunakan.....	28
Tabel 4.1	Status mutu air sub DAS Kali Dendeng dengan menggunakan sistem nilai STORET.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Transformasi nitrogen	18
Gambar 2.2	Distribusi senyawa fosfor terhadap pH	21
Gambar 4.1	Lokasi Pengambilan Sampel di Sub DAS Kali Dendeng	25
Gambar 4.2	Profil pH di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	33
Gambar 4.3	Gambar 4.3 Profil suhu ($^{\circ}\text{C}$) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	34
Gambar 4.4	Profil DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	35
Gambar 4.5	Konsentrasi TDS dan TSS (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	38
Gambar 4.6	Konsentrasi TDS dan TSS (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	39
Gambar 4.7	Konsentrasi Oksigen terlarut (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	41
Gambar 4.8	Konsentrasi oksigen terlarut (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	41
Gambar 4.9	Konsentrasi BOD dan COD (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	43
Gambar 4.10	Konsentrasi BOD (mg/L) di enam titik sampel di sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	44
Gambar 4.11	Konsentrasi COD (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	
Gambar 4.12	Konsentrasi nitrit (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	46
Gambar 4.13	Konsentrasi nitrit (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	46
Gambar 4.14	Konsentrasi fosfat (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	47
Gambar 4.15	Konsentrasi fosfat (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	48

Gambar 4.16	Konsentrasi detergen (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	49
Gambar 4.17	Konsentrasi detergen (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	49
Gambar 4.18	Konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) di tujuh titik sampel di sub DAS Kali Dendeng	50
Gambar 4.19	Konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	51
Gambar 4.20	Konsentrasi logam berat (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng	52
Gambar 4.21	Konsentrasi timbal (Pb) (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	53
Gambar 4.22	Jumlah bakteri coliform (Jml/100 ml) di tujuh titik sampel di sub DAS Kali Dendeng	54
Gambar 4.23	Total coliform (Jml/100 ml) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)	55
Gambar 4.24	Limbah responden Nunleu NE1 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali	58
Gambar 4.25	Limbah responden Nunleu NE2 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali	59
Gambar 4.26	Limbah responden Nunleu NE3 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali	59
Gambar 4.27	Mata air Kelurahan Nunleu digunakan masyarakat	60
Gambar 4.28	Tempat cuci piring responden Fontein FE 1 posisi di tepi kali dendeng	60
Gambar 4.29	Tempat sampah responden di kelurahan Mantasi ME1 .Masyarakat membuang sampah dipinggir kali karena selain alasan dekat juga karena di Kelurahan tsb tidak ada TPS	61
Gambar 4.30	Foto tempat cuci piring responden Kelurahan Airmata	61
Gambar 4.31	Foto tempat pembuangan sampah di pinggir kali responden Kelurahan Airmata	62
Gambar 4.32	Kamar mandi , tempat cuci piring dan kandang babi responden Kelurahan Manulai	62
Gambar 4.33	WC responden Kelurahan Airmona AE2, di pinggir kali	63
Gambar 4.34	Kamar mandi responden Kelurahan Airmona AE2, air limbah ditampung di lubang	63

Gambar 4.35	Proses mencuci di lokasi dekat Bendung Dendeng Kelurahan Fontein.	64
Gambar 4.36	Industri tahu yang diduga membuang limbahnya diair sungai (lokasi Kelurahan Bakunase)	64
Gambar 4.37	Sampah yang dibuang di Bantaran Kali (Lokasi Kelurahan Bakunase).	65
Gambar 4.38	Kandang babi yang diduga membuang limbah kotoran hewan di badan sungai (Lokasi Kelurahan Bakunase).	65
Gambar 4.39	Responden yang menampung air limbah pada kolam penampung.	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lainnya dengan memperhatikan keberlanjutan pemanfaatannya. Kelangkaan dan kesulitan mendapatkan air bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul di banyak tempat dan kondisi ini semakin diperparah dari tahun ke tahun, terutama di negara-negara berkembang.

Selama dua dekade ini, jumlah negara berkembang yang mengalami kelangkaan ketersediaan sumber daya air meningkat secara signifikan. Umumnya negara-negara tersebut terletak di daerah tropis. Salah satu faktor yang menyebabkan kelangkaan air adalah meningkatnya pencemaran air. Peningkatan pencemaran air ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain peningkatan populasi penduduk, peningkatan industrialisasi dan arus urbanisasi di perkotaan (Kansiime and Nelubega, 1999; Kivaisi, 2001).

Konsumsi air di Indonesia mempunyai kecenderungan naik secara eksponensial sementara ketersediaan air bersih terus berkurang dengan cepat akibat kerusakan alam dan pencemaran yang diperkirakan sebesar 15–35% per kapita per tahun (KLH, 2009). Pencemaran air ini terjadi pada danau, sungai, mata air dan air tanah. Air limbah domestik merupakan kontributor pencemaran air yang terbesar di Indonesia diikuti dengan air limbah yang berasal dari Kegiatan industri dan pertanian (USAID, 2006). Kurniadi (2011) melaporkan bahwa 75% air limbah domestik yang dibuang ke badan air tidak melalui proses treatment. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sekitar 25% dari air limbah domestik yang ditangani sebelum dibuang ke badan air.

Kota Kupang yang merupakan ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah salah satu kota yang juga mengalami permasalahan pencemaran air. Peningkatan penduduk dan proses urbanisasi merupakan faktor yang mempengaruhi proses terjadinya

pencemaran air baik pada air permukaan maupun air tanah di Kota Kupang. Luas area administrasi Kota Kupang adalah 180.27 km² dan jumlah populasi penduduk pada tahun 2016 sebesar 402.286 jiwa (BPS Kota Kupang, 2017). Kota Kupang mempunyai topografi perbukitan dengan kemiringan 15° (BAPEDALDA Kota Kupang, 2005). Sebagai pusat pemerintahan dan pusat perdagangan, Kota Kupang telah menjadi magnet bagi warga di sekitarnya terutama warga yang berasal dari Pulau Timor, Rote, Sabu, Flores dan Sumba untuk bermigrasi ke Kota Kupang. Namun demikian, peningkatan jumlah populasi ini tidak diikuti dengan peningkatan fasilitas sanitasi dan air bersih yang memadai. Saat ini, penanganan air limbah dengan sistem pembuangan yang terintegrasi dengan pola penanganan air limbah yang terpusat belum dapat dilakukan. Hal ini disebabkan karena besarnya biaya investasi, operasional dan pemeliharaan fasilitas pengolahan air limbah yang terpadu (integrated wastewater treatment system). Umumnya masyarakat yang mendiami bantaran sungai langsung membuang air limbahnya di sungai dan sumber air lainnya. Hal ini menyebabkan sungai, danau dan mata air yang digunakan sebagai sumber air bersih untuk perkotaan menjadi tercemar.

Kali Dendeng merupakan salah satu dari 35 sungai penting di Indonesia. Air Kali Dendeng dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, termasuk untuk mensuplai air bersih pada masyarakat Kota Kupang di mana pendistribusiannya kepada masyarakat dilakukan oleh PDAM Kota Kupang. Beberapa anak sungai yang bermuara pada kali Dendeng antara lain Kali Mapoli, Kapadala, Airnona, Bakunase dan Kali Sembunyi. Kali Dendeng mempunyai luas daerah aliran sungai sebesar 47.73 km² dan panjang sekitar 11.8 km. Pesatnya perkembangan Kota Kupang berdampak pada terjadinya perubahan penggunaan lahan di sepanjang Kali Dendeng yang semula berupa kawasan hutan berubah menjadi kawasan pemukiman. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya kawasan jalur hijau di sekitar Kali Dendeng. Bertambahnya aktifitas masyarakat di sekitar Kali Dendeng menimbulkan dampak negatif terhadap kuantitas dan kualitas air pada Kali Dendeng.

Pemantauan yang dilakukan oleh Bapedalda Propinsi NTT Tahun 2006 di beberapa stasiun yang berada di Kali Dendeng menunjukkan bahwa kadar DO, BOD dan COD berada di atas ambang batas yang ditetapkan oleh baku mutu kelas 1 menurut PP No.82

Tahun 2001 (BAPEDALDA, 2006). Untuk oksigen terlarut (DO), kecenderungan nilai konsentrasi oksigen terlarut yang diukur dari hulu ke hilir tidak signifikan tetapi apabila dibandingkan dengan standar baku mutu air Kelas I, semua lokasi tidak memenuhi persyaratan baku mutu yaitu mempunyai rentangan konsentrasi berkisar antara 3,14 - 3,50 mg/l. Fenomena yang sama juga terjadi pada pengukuran COD di mana rentangan nilai COD dari hulu ke hilir berkisar antara 27 - 35 mg/l, sedangkan baku mutu konsentrasi COD maksimum adalah 10 mg/l. Hasil pengukuran konsentrasi BOD dari hulu ke hilir menunjukkan kecenderungan kenaikan konsentrasi dari hulu sungai ke hilir dan nilai konsentrasi BOD pengukuran berada di atas standar baku mutu yang ditetapkan. Apabila tidak segera dilakukan tindakan pengendalian dan pengelolaan maka kondisi kualitas lingkungan Kali Dendeng akan menurun sehingga dapat menimbulkan dampak ekologis, ekonomis, dan sosial.

Kali Dendeng merupakan salah satu sungai permanen yang melewati Kota Kupang. Sungai ini melalui daerah pemukiman terpadat dibandingkan sungai-sungai lainnya yang melalui Kota Kupang. Keberadaan Kali Dendeng sangat vital bagi warga kota Kupang karena air yang berasal dari sungai ini berfungsi sebagai salah satu sumber bahan baku air minum PDAM Kota Kupang. Penetapan status badan air Kali Dendeng sebagai air baku untuk produksi air minum memerlukan upaya pengendalian kualitasnya dengan menetapkan besar limbah yang boleh dibuang ke badan air sungai itu disesuaikan dengan debit air sungai yang ada. Kualitas air yang terus menurun menjadi permasalahan tersendiri terhadap nilai ekonomi air sebagai sumber air bersih, kesehatan masyarakat, dan kehidupan ekologis biota air.

Permasalahan pengendalian pencemaran air sungai umumnya bersifat kompleks, dinamik karena terkait dengan *multistakeholder*. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran air Kali Dendeng tidak mungkin dikaji atau dikendalikan oleh satu atau dua stakeholder saja, namun membutuhkan pendekatan kepada stakeholder secara menyeluruh. Model pencemaran dan model pengendalian pencemaran dibangun didasarkan pada beban limbah dan karakteristik pencemaran, terutama karakteristik efluen dan kimia pencemar, serta faktor-faktor yang berpengaruh dalam rangka

pencapaian tujuan. Oleh karena itu, penentuan kondisi eksisting terhadap parameter fisik-kimia mencakup: pH, konduktivitas, DO, COD, BOD, TSS, coliforms, padatan tersuspensi, N-NH₃, N-NO₃, N-NO₂, dan P-PO₄ menjadi penting dilakukan. Pengetahuan mengenai kondisi kualitas perairan sungai yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air baik secara fisika maupun kimia. Selanjutnya perlu diinvestigasi fenomena hubungan antara debit air dan konsentrasi zat pencemar, beban pencemaran dan tingkat pencemaran. Hal ini sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan Kali Dendeng.

Langkah pengendalian pencemaran dapat dilakukan secara lebih efektif jika sumber dan jenis zat pencemar dalam air limbah dan air sungai diketahui, karenanya identifikasi sumber dan jenis pencemar serta fakta-fakta yang terkait beban pencemaran limbah domestik dan limbah industri kecil di sekitar Kali Dendeng menjadi perlu untuk diteliti. Selain itu, sebagai umpan balik dan tindak lanjut dari kajian kinerja kualitas air Kali Dendeng perlu dirumuskan strategi pengembangan berdasarkan faktor-faktor penting pengendalian untuk mempersiapkan tindakan strategis dan perubahan yang dibutuhkan di masa depan berdasarkan kondisi saat ini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi existing kualitas air Kali Dendeng dilihat dari parameter fisika, kimia dan biologi?
2. Faktor-faktor apa sajakah yang menjadi sumber dan jenis pencemar pada Kali Dendeng dan berapa beban pencemar Kali Dendeng ?
3. Bagaimana perilaku masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam membuang air limbah dan memanfaatkan sumberdaya air di Kali Dendeng?
4. Bagaimana peran berbagai stakeholder baik pemerintah maupun masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Kali Dendeng?

1.3 Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menentukan kondisi *eksisting* fisik dan kimia perairan Kali Dendeng dan menganalisis kualitas perairan Kali Dendeng serta menentukan beban pencemaran menurut beberapa parameter kualitas air berdasarkan parameter kualitas air;
2. Mengidentifikasi sumber dan jenis pencemar di dalam air limbah dan air sungai;
3. Mengidentifikasi perilaku masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam membuang air limbah serta memanfaatkan sumberdaya air di Kali Dendeng.
4. Mengidentifikasi peran berbagai stakeholder baik pemerintah maupun masyarakat di sekitar Kali Dendeng dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Kali Dendeng.

1.4. Sasaran

1. Terlaksananya kegiatan penelitian yang diarahkan pada pengendalian pencemaran air di Kali Dendeng Kota Kupang
2. Terwujudnya rekomendasi kepada Walikota Kupang melalui hasil penelitian dan pengembangan.
3. Dipublikasikan hasil penelitian ini pada Buku Jurnal Penelitian dan publikasi lainnya.
4. Termanfaatkan hasil penelitian ini oleh seluruh stakeholder baik yang berasal dari pemerintah maupun masyarakat dalam rangka mewujudkan pemanfaatan dan pengelolaan Kali Dendeng yang optimal dan berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup Kegiatan

Kegiatan ini dilakukan di daerah aliran sungai Kali Dendeng yang meliputi kelurahan Airmata, Fontein, Airmona, Mantasi, Nunleu, Manutapen, Manulai 2, Bakunase2, Naikoten, Naikoten 1, Batuplat, dan Fatukoa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Informasi Daerah Aliran Sungai Kali Dendeng

Kali Dendeng adalah salah satu kali yang melintas di Kota Kupang, mempunyai luas wilayah $\pm 180,27 \text{ km}^2$ dengan topografi berbukit dan tingkat kemiringan $\pm 15^\circ$ (Bapedalda, 2005). Air yang berasal dari Kali Dendeng dimanfaatkan oleh masyarakat yang mendiami sekitar kali tersebut untuk berbagai macam kebutuhan. Apabila kebutuhan air penduduk Kota Kupang diasumsi sebesar 100 liter/jiwa/hari, maka potensi aliran Kali Dendeng ini dapat melayani kebutuhan sekitar 64.800 jiwa penduduk Kota Kupang (Sinlaeloe, 2006).

Penurunan kualitas air Kali Dendeng disebabkan oleh beban pencemar akibat limbah industri kecil dan domestik. Perilaku masyarakat di sekitar Kali Dendeng turut berkontribusi terhadap penurunan kualitas air. Masyarakat menganggap bahwa sungai adalah tempat pembuangan akhir limbah. Penurunan kualitas air ini dapat mengakibatkan permasalahan pada produksi air minum PDAM Kota Kupang. Fenomena ini akan menimbulkan juga ancaman bagi keberhasilan pembangunan jangka panjang terutama dalam melestarikan sumber-sumber air.

Idealnya, informasi tentang kualitas air di Kali Dendeng merupakan data hasil pengukuran kualitas air dari satu tahun siklus hidrologi dan frekuensi pengukurannya minimal setiap bulan. Informasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran umum bagi para perencana dan pengambil keputusan tentang pola distribusi kualitas air, debit air, beban pencemaran, tingkat pencemaran dan sumber-sumber pencemar di Kali Dendeng. Gambaran umum terhadap informasi kualitas air ini selanjutnya digunakan oleh para perencana dan pengambil keputusan untuk menyusun model dan strategi pengelolaan daerah aliran sungai Kali Dendeng agar keberlanjutannya dan kelestarian lingkungan DAS Kali Dendeng tetap terjaga.

Hasil pemantauan kualitas air oleh Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II tahun 2008 menunjukkan bahwa untuk parameter suhu, pH dan parameter minyak dan lemak, kondisi relatif relatif stabil walaupun pada waktu pengukuran yang berbeda. Untuk parameter yang lain (BOD, COD, DO, TDS, TSS, nitrat, fosfat, total coliform dan fecal coliform) konsentrasi setiap pengukuran pada waktu yang berbeda sangat fluktuatif. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kondisi tersebut antara lain adalah waktu pengambilan sampel, kondisi dari tempat pengambilan sampel, sumber pencemar, dan kondisi lingkungan. Kondisi yang fluktuatif ini menyebabkan kualitas air pada waktu-waktu tertentu memenuhi baku mutu dan pada waktu lain tidak memenuhi baku mutu.

2.2 Pencemaran Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan masih terpengaruh aktifitas daratan (Peraturan Pemerintah No.37 Tahun 2013).

DAS merupakan suatu ekosistem dimana unsur-unsur biotik dan abiotik saling berinteraksi satu sama lain. Aktivitas manusia banyak pula dilaksanakan pada daerah aliran sungai dan interaksi antara kegiatan manusia, unsur biotik dan abiotik pada ekosistem DAS berlangsung secara dinamis dan menciptakan hubungan yang saling ketergantungan satu sama lain. Oleh karena itu pengelolaan ekosistem di sekitar DAS harus dilaksanakan secara arif dan bijaksana agar kelestarian dan keserasian ekosistem dapat terwujud dan pemanfaatan sumberdaya alam di sekitar DAS dapat meningkat dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan.

Asdak (2010) menyatakan bahwa ekosistem DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu mempunyai kemiringan lebih besar 15° dengan pola kerapatan drainase yang tinggi. Daerah ini umumnya mempunyai vegetasi tegakan hutan dan bukan merupakan daerah banjir. Hulu DAS umumnya dimanfaatkan sebagai daerah konservasi (Asdak, 2010). Daerah hilir DAS mempunyai karakteristik yang berbeda dengan daerah hulu dimana kemiringan lerengnya sekitar 8° . Vegetasi yang dominan adalah tanaman

pertanian dan di daerah estuari vegetasi yang dominan adalah bakau dan gambut. Daerah ini berpotensi banjir oleh limpasan air yang berasal dari hulu DAS (Asdak, 2010). Daerah bagian tengah DAS secara biogeofisik merupakan daerah transisi dari bagian hulu dan hilir. Dalam sistem DAS, daerah hulu, tengah dan hilir adalah sistem yang terintegrasi. Oleh karena itu, perubahan tata guna lahan di hulu DAS akan berakibat pada bagian tengah dan hilir. Tata guna lahan yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi lingkungan akan berdampak negatif pada bagian hilir DAS. Umumnya, bagian hulu DAS diperuntukan sebagai kawasan konservasi yang menjadi daerah resapan air. Bagian hilir DAS digunakan sebagai kawasan budidaya pertanian, permukiman, industri dan pembangunan bendungan. Keberlanjutan perencanaan dan pengembangan kawasan DAS di bagian hilir sangat bergantung pada daerah hulu DAS. Oleh karena itu perencanaan dan pengelolaan DAS harus terintegrasi.

Menurut PP No.37 Tahun 2012, DAS diklasifikasikan berdasarkan kondisi lahan serta kualitas, kuantitas dan kontinuitas air, sosial ekonomi, investasi bangunan air dan pemanfaatan ruang wilayah. Oleh karena itu pengelolaan DAS harus memperhatikan karakteristik dari kondisi diatas agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain itu pengelolaan DAS harus memperhatikan daya dukung DAS yaitu kemampuan DAS untuk mewujudkan kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia dan makhluk hidup lainnya secara berkelanjutan (PP No.37 Tahun 2012).

Selain dianggap sebagai suatu ekosistem, DAS dipandang sebagai suatu sistem hidrologi yang dipengaruhi oleh siklus hidrologi. Presipitasi (curah hujan), evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, kandungan air permukaan, aliran permukaan, dan kandungan air tanah merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi sistem hidrologi DAS (Seyhan, 1977). Selain itu setiap DAS mempunyai topografi, geomorfologi, vegetasi, geologi dan tata guna lahan yang spesifik (Seyhan, 1977). Umumnya bagian hulu DAS berfungsi sebagai daerah konservasi terutama sebagai tempat penyimpanan air. Bagian hilir DAS digunakan sebagai kawasan ekonomi produksi seperti budidaya pertanian, tempat pemukiman dan industri. Mangundikoro (1985) menyatakan bahwa untuk mencapai

pengelolaan DAS yang maksimal maka perlu (1) pengelolaan lahan melalui usaha konservasi, (2) pengelolaan air melalui sumber daya air, (3) pengelolaan hutan yang berkelanjutan dengan memperhatikan konservasi sumberdaya lahan dan air, dan (4) pembinaan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan sumberdaya alam yang bijaksana.

Menurut Undang Undang No.32 Tahun 2009 pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Turunnya kualitas lingkungan ini menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Untuk sumberdaya air, kategori peruntukannya diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 mutu air dapat dikategorikan menjadi empat kelas berdasarkan peruntukannya antara lain:

- a. *Kelas satu*, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. *Kelas dua*, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. *Kelas tiga*, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. *Kelas empat*, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pencemaran air dapat disebabkan oleh alam seperti letusan gunung berapi, banjir dan tanah longsor dan juga dapat diakibatkan oleh kegiatan manusia. Sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan dapat berasal dari (1) *point source discharges* (sumber titik)

dan (2) *non point source* (sumber menyebar). Sumber titik atau sumber pencemaran yang dapat diketahui secara pasti dapat merupakan suatu lokasi tertentu seperti dari air buangan industri maupun domestik serta saluran drainase. Sumber pencemar yang berasal dari sumber menyebar berasal dari sumber yang tidak diketahui secara pasti. Contoh dari *non point source* adalah bahan pencemar yang masuk ke perairan melalui limpasan (*run off*) dari permukaan tanah wilayah pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk, atau limpasan dari daerah permukiman dan perkotaan.

Untuk air sungai, bahan pencemar dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain kegiatan industri, kegiatan rumah tangga yang menghasilkan limbah domestik serta kegiatan pertanian yang menghasilkan limbah pertanian seperti pupuk dan pestisida. Bahan pencemar tersebut dapat berupa zat, energi, dan atau komponen lain yang dikeluarkan atau dibuang dari kegiatan industri, rumah tangga dan pertanian. Effendi (2003) menyatakan bahwa pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar berupa gas, bahan-bahan terlarut, dan partikulat. Bahan pencemar terhadap sumberdaya air yang paling dominan adalah limbah manusia, limbah industri dan bahan kimia, dan limbah pertanian pestisida dan pupuk (Simonovic, 2006).

Pembuangan air limbah ke badan sungai berkaitan erat dengan kegiatan manusia baik secara individu di rumah tangga, tempat-tempat pelayanan dan fasilitas umum maupun oleh pabrik yang menghasilkan limbah tersebut. Air limbah dari sektor rumah tangga umumnya dibuang pada pagi hari hingga sore hari dan mencapai puncaknya pada sekitar pukul 07.00 – 10.00 dan 16.00 – 20.00. Kondisi ini menyebabkan komposisi air limbah yang dibuang konstant. Nurmayati (2002) menyatakan bahwa sekitar 60% - 80% dari total air yang digunakan dalam rumah tangga dibuang sebagai limbah cair dan secara langsung maupun tidak langsung akan sehingga mempengaruhi kualitas badan air (sungai, danau dan air tanah).

Limbah domestik menyediakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan mikroba terutama golongan bakteri, serta beberapa virus dan protozoa. Kebanyakan mikroba tidak berbahaya dan dapat dihilangkan dengan proses biologi yang mengubah zat organik menjadi produk akhir yang stabil. Namun beberapa limbah domestik dapat

mengandung organisme patogen. Jumlah zat padat dalam limbah cair adalah residu limbah cair setelah bagian cairnya diuapkan dan sisanya dikeringkan hingga mencapai berat yang konstan. Kandungan bahan organik dan anorganik limbah domestik dapat berupa: (1) nitrogen dan fosfat dalam limbah dari aktivitas manusia dan fosfat dari deterjen, klorida dan sulfat, yang berasal dari air dan limbah yang berasal dari manusia; (2) karbonat dan bikarbonat, biasanya terdapat dalam bentuk garam kalsium dan magnesium; (3) bakteri patogen dan (4) zat toksik seperti sianida dan logam berat seperti arsen (As), cadmium (Cd), krom (Cr), tembaga (Cu), merkuri (Hg), dan timbal (Pb).

2.3 Kualitas Perairan Sungai

Kualitas air sungai menurut Alaerts dan Santika (1987) sangat tergantung pada komponen penyusunnya dan banyak dipengaruhi oleh masukan komponen yang berasal dari pemukiman. Perairan yang melintasi daerah pemukiman dapat menerima masukan bahan organik yang berasal dari aktivitas penduduk. Dengan demikian ekosistem sungai keberadaannya terkait integral dengan lingkungan sosial dan lingkungan fisik disekitarnya.

Menurut Riyadi (1984) parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air meliputi sifat fisik, kimia, dan biologis. Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Sifat fisik: Parameter fisik air yang sangat menentukan kualitas air adalah kekeruhan (turbiditas), suhu, warna, bau, rasa, jumlah padatan tersuspensi, padatan terlarut dan daya hantar listrik (DHL).
2. Sifat kimia: sifat kimia yang dapat dijadikan indikator yang menentukan kualitas air adalah pH, konsentrasi dari zat-zat kalium, magnesium, mangan, besi, sulfida, sulfat, amoniak, nitrit, nitrat, posphat, oksigen terlarut, BOD, COD, minyak, lemak serta logam berat.
3. Sifat biologis: organisme dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator pencemaran suatu lingkungan perairan, misalnya bakteri, ganggang, benthos, plankton, dan ikan tertentu.

2.3.1 Parameter Fisik

a. Suhu

Suhu air sangat berkaitan dengan kualitas perairan. Semakin tinggi suhu perairan maka semakin menurun kualitasnya karena kandungan oksigen terlarut di perairan semakin kecil. Air sering digunakan sebagai medium pendingin pada berbagai proses industri atau pembangkit tenaga listrik. Buangan air panas kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Sungai yang besar dan arus yang deras akan dapat menetralkan air panas tersebut dengan cepat, tetapi jika buangan air panas dalam jumlah besar akan dapat rusak ekosistem di dalam sungai atau danau yang dikenal dengan polusi mal (Darmono 2001).

Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Kenaikan suhu akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut (Fardiaz 1992; Effendi 2003):

- a. Jumlah oksigen terlarut di dalam sungai menurun;
- b. Peningkatan viskositas, evaporasi dan volatilisasi;
- c. Kecepatan reaksi kimia meningkat;
- d. Peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air;
- e. Peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba
- f. Kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu.

Pada umumnya setiap kenaikan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oleh organisme akuatik 2–3 kali lipat. Peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga berakibat oksigen seringkali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi, akibatnya ikan dan hewan air akan mati karena kekurangan oksigen.

b. Total Padatan Tersuspensi (TSS) dan Total Padatan Terlarut (TDS)

Padatan tersuspensi (*suspended solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung (Kristanto, 2002). Padatan tersuspensi terdiri atas partikel-partikel tersuspensi (diameter $>1\ \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0.45\ \mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa dalam badan air. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton, sehingga produktivitas primer perairan menurun, yang pada gilirannya menyebabkan terganggunya keseluruhan rantai makanan. Padatan tersuspensi yang tinggi akan mempengaruhi biota di perairan melalui dua cara. Pertama, menghalangi dan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, sehingga menghambat proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Kondisi ini akan mengurangi pasokan oksigen terlarut dalam badan air. Kedua, secara langsung TSS yang tinggi dapat mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang.

Penentuan padatan tersuspensi sangat berguna dalam analisis perairan tercemar dan buangan serta dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas air, buangan domestik, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan. Padatan tersuspensi mempengaruhi kekeruhan dan kecerahan air. Oleh karena itu, pengendapan dan pembusukan bahan-bahan organik dapat mengurangi nilai guna perairan.

Padatan terlarut (*dissolved solid*) adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan tersuspensi. Padatan terlarut terdiri atas senyawa-senyawa anorganik dan organik terlarut dalam air yang tidak tersaring ngan kertas saring *millipore* dengan ukuran pori $0.45\ \mu\text{m}$. Penyebab utama jadinya TDS adalah bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan. Sebagai contoh, air buangan sering mengandung molekul sabun, deterjen dan surfaktan yang larut air, misalnya pada air buangan rumah tangga dan industri pencucian. Beberapa polutan logam berat yang sering mencemari air angan dan sangat berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya adalah merkuri, dmium dan timbal.

c. Konduktivitas atau Daya Hantar Listrik

Konduktivitas atau daya hantar listrik (DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik. Pada suatu perairan, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, nilai DHL semakin tinggi. Perairan alami memiliki nilai DHL sekitar 20 – 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan perairan laut memiliki nilai DHL sangat tinggi karena banyak mengandung garam terlarut. Limbah industri memiliki nilai DHL mencapai 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.3.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman dalam air ditentukan oleh nilai pH. Derajat keasaman sumberdaya air diperlukan dalam keperluan rumah tangga, irigasi, kehidupan organisme perairan (Moelyadi 1998). Faktor faktor yang mempengaruhi nilai pH adalah aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, suhu dan keberadaan ion-ion dalam perairan. Perubahan nilai pH dalam perairan akan mempengaruhi perubahan dan aktivitas biologis. Nilai pH optimum bagi pertumbuhan organisme perairan berada pada kisaran pH 6.5 – 8.5. (Effendi 2003).

b. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (DO) adalah parameter yang penting dalam analisis kualitas air. Parameter ini diukur dari jumlah oksigen yang tersedia dalam suatu badan air. Keberadaan oksigen dalam air menjadi syarat yang vital bagi kelangsungan hidup organisme suatu perairan karena senyawa ini digunakan oleh organisme perairan dalam proses respirasi untuk keberlangsungan hidup organisme tersebut (Salmin 2005). Oksigen terlarut dibutuhkan juga untuk mendegradasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Turunnya kadar oksigen terlarut dapat menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi pengambilan oksigen oleh biota air, sehingga menyebabkan turunnya kualitas hidup organisme perairan. Oksigen yang terlarut di dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen berkurang dengan

semakin meningkatnya suhu, ketinggian, dan berkurangnya tekanan atmosfer. Misalnya kadar oksigen pada suhu 0°C , 10°C , 20°C dan 30°C masing-masing adalah 14.6, 11.3, 9.1 dan 7.6 mg/l (Milono, 1998).

Limbah yang dibuang ke suatu badan air dapat mempengaruhi keseimbangan oksigen dalam system perairan. Rahayu dan Tontowi (2005) menyatakan bahwa besarnya oksigen yang terlarut dalam air menunjukkan tingkat kesegaran air di lokasi tersebut; kadar oksigen terlarut yang rendah mengindikasikan telah terjadi pencemaran oleh zat organik. Fenomena ini disebabkan karena pelepasan zat organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme menyebabkan peningkatan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme. Menurut Odum (1996), kandungan oksigen terlarut yang tinggi akan diperoleh pada sungai yang relatif dangkal dan berbatu atau pada lokasi yang mempunyai turbulensi air yang relatif tinggi. Kadar oksigen terlarut yang disyaratkan sesuai PP 82/2001 untuk peruntukan air baku air minum dan budidaya ikan air tawar masing-masing adalah 6 dan 3 mg/l.

Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Difusi oksigen atmosfer ke air bisa terjadi secara langsung pada kondisi air *stagnant* (diam) atau terjadi karena agitasi atau pergolakan massa air akibat adanya gelombang atau angin. Difusi oksigen dari atmosfer ke perairan pada hakekatnya berlangsung relatif lambat, meskipun terjadi pergolakan massa air atau gelombang.

Air permukaan yang jernih pada umumnya jenuh dengan oksigen terlarut, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Penurunan kadar oksigen terlarut akan terjadi dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini disebabkan karena bertambahnya kedalaman air mengakibatkan proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik.

Menurut Lee *et al.* (1978), kandungan oksigen terlarut pada suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan, seperti terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Kriteria kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut (Lee *et al.* 1978)

No.	Kriteria Kualitas Air	Kandungan DO (mg/l)
1.	Tidak tercemar dan tercemar sangat ringan	> 6.5
2.	Tercemar ringan	4.5 – 6.4
3.	Tercemar sedang	2.0 – 4.4
4.	Tercemar berat	< 2.0

c. Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand, BOD*)

Kebutuhan oksigen biokimia adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme anaerobik di dalam lingkungan air untuk mendegradasi bahan buangan organik yang ada dalam lingkungan air tersebut dalam waktu lima hari (Wardhana, 2001). BOD merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan karena sebagai indikator jumlah bahan organik yang ada di dalam air yang dapat didegradasi secara biologis. Perairan dengan nilai BOD tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik dan menurunnya kualitas perairan. Nilai BOD sebanding dengan jumlah bahan organik di perairan. Semakin tinggi bahan organik yang berada di suatu badan air, nilai BOD nya cenderung meningkat. Bahan organik akan mengalami proses penguraian yang melibatkan mikroba baik secara aerobik maupun anaerobik. Proses penguraian bahan organik yang melibatkan bakteri aerobik membutuhkan oksigen yang cukup. Penggunaan oksigen yang terlarut oleh bakteri aerob dalam mengurai bahan organik melalui proses oksidasi mengakibatkan oksigen terlarut yang ada dalam badan air menurun. Apabila kondisi ini terjadi secara terus menerus maka akan mengakibatkan kematian organisme di badan air karena badan air itu sendiri berada pada kekurangan oksigen. Tabel 2.3 memperlihatkan tingkat pencemaran air dilihat dari kondisi BOD (Lee *et al.* 1978)

Tabel 2.2 Status kualitas air berdasarkan nilai BOD5 (Lee *et al.* 1978)

No.	Kriteria Kualitas Air	Kandungan BOD5 (mg/l)
1.	Tidak tercemar	≤ 2.9
2.	Tercemar ringan	3.0 – 5.0
3.	Tercemar sedang	5.1 – 14.9
4.	Tercemar berat	≥ 15.0

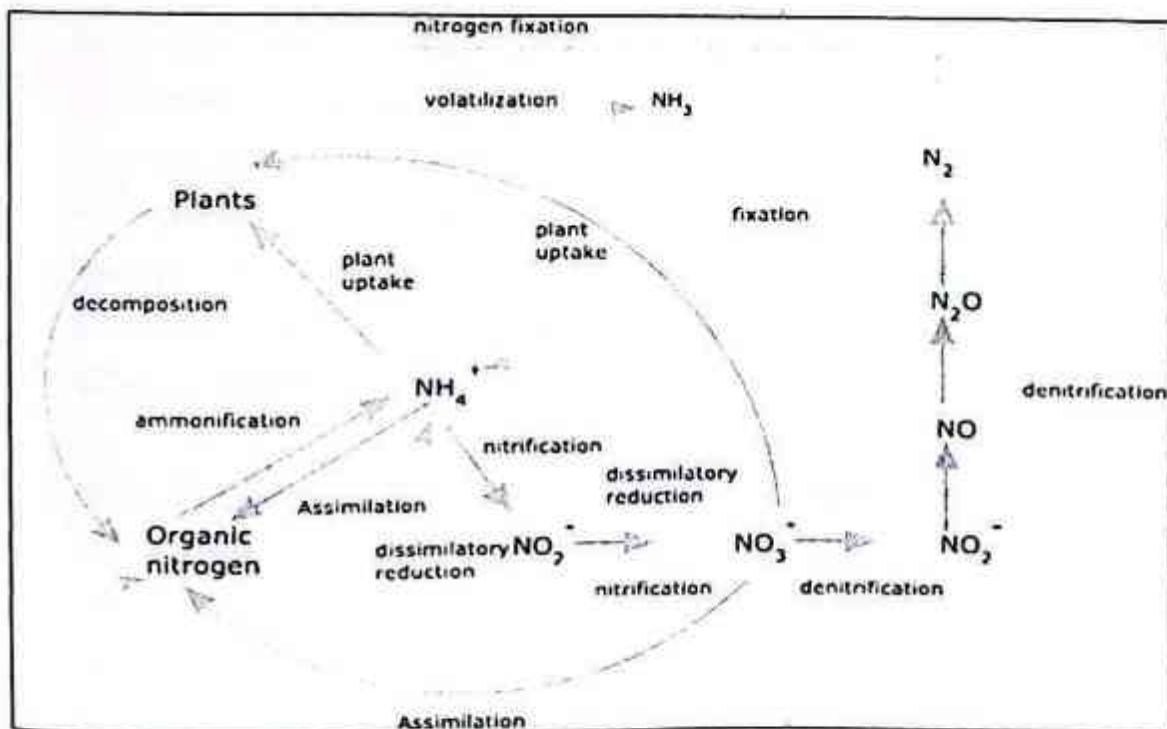
d. Nitrogen dalam Air.

Senyawa nitrogen merupakan salah satu unsur penting bagi proses kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Nitrogen merupakan unsur kedua terbesar dalam makhluk hidup setelah karbon. Senyawa nitrogen mengalami siklus biogeokimia yang kompleks dengan berbagai variasi transformasi baik pada lingkungan biotik dan abiotik perairan. Pada umumnya nitrogen di perairan berada dalam bentuk gas nitrogen (N_2), amonia larut (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), senyawa amonium, dan senyawa bentuk lainnya (Kadlec dan Wallace, 2008). Keberadaan nitrogen dalam air sangat dipengaruhi oleh keberadaan oksigen di dalam air. Pada saat kadar oksigen rendah, nitrogen akan bergerak menuju amonia, sedangkan pada saat kadar oksigen tinggi, nitrogen akan bergerak menuju nitrat (Hutagalung & Zak 1997).

Dalam air limbah, senyawa nitrogen berpotensi menyebabkan eutrofikasi. Keadaan badan air yang telah mengalami eutrofikasi akan mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dan akhirnya menyebabkan degradasi kualitas air di perairan penerima (Saeed dan Sun, 2012). Dalam air limbah, nitrogen berada dalam bentuk organik dan anorganik dan tingkat toksisitas dari senyawa nitrogen terhadap mikroorganisme air tergantung pada spesiasi nitrogen dalam air (Abou-Elala *et al.*, 2013). Senyawa nitrogen dapat berbentuk senyawa organik kompleks seperti asam amino, urea, asam urat, purin dan piridin (Bloom, 2015). Senyawa ini sebagian besar tersusun dari molekul kompleks dengan berat molekul besar. Nitrogen organik dapat ditemukan dalam bentuk partikulat atau terlarut.

Secara umum, senyawa nitrogen organik partikulat dipertahankan oleh saringan 0,45 mikron.

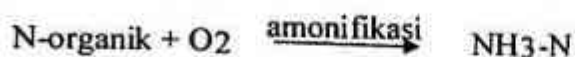
Senyawa nitrogen dalam bentuk anorganik terdiri atas amonia (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), nitrous oxide (N_2O), dan gas dinitrogen (N_2) dan tingkat valensi berkisar antara -3 sampai +5. Senyawa ini mengalami transformasi kimia dari senyawa anorganik menjadi senyawa organik dan sebaliknya. Proses transformasi ini membutuhkan atau melepaskan energi, tergantung pada reaksi kimia baik reaksi oksidasi maupun reduksi. Secara umum, nitrogen organik yang diwakili oleh molekul organik kompleks yang kompleks dapat dihidrolisis pada pH netral menjadi ion amonium (NH_4^+). Tingkat valensi ion amonium (NH_4^+) adalah -3, yang merupakan keadaan valensi paling tereduksi. Senyawa ini mudah teroksidasi menjadi nitrit (NO_2^- , valensi +3) dan selanjutnya menjadi nitrat (NO_3^- , valensi +5). Semua proses oksidasi melepaskan energi. Di sisi lain, proses asimilasi nitrogen teroksidasi menghasilkan asam amino sebagai komponen utama protein memerlukan energi. Transformasi nitrogen dalam perairan digambarkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Transformasi nitrogen

Gas nitrogen (N_2), yang memiliki keadaan valensi 0, merupakan unsur yang paling umum di atmosfer (78%). Senyawa ini adalah bentuk nitrogen yang stabil. Istilah nitrogen total (TN) digunakan untuk mewakili jumlah nitrogen organik, NH_4^+ , dan NO_2^- dan NO_3^- . Sebagai tambahan, total nitrogen Kjeldahl menentukan jumlah nitrogen organik dan NH_4^+ . Istilah total nitrogen Kjeldahl terlarut digunakan untuk mewakili jumlah nitrogen organik terlarut dan NH_4^+ (Kadlec dan Wallace, 2008).

Kadar nitrat perairan yang tidak tercemar biasanya lebih tinggi dari amonium. Amonia merupakan produk utama dari penguraian limbah nitrogen organik (protein dan urea) yang keberadaannya menunjukkan terjadinya pencemaran oleh senyawa sebut (Manahan 2005). Proses penguraian tersebut dikenal dengan istilah amonifikasi (Novonty & Olem 1994), dengan persamaan reaksi berikut:



Dalam perairan ammonia dapat berbentuk ammonia terlarut (NH_3) dan ion ammonium (NH_4^+). Effendi (2003) menyatakan bahwa toksitas amonia terhadap organisme akuatik dipengaruhi oleh pH, kadar oksigen larut, dan suhu. Pada pH rendah amonia akan bersifat racun jika jumlahnya banyak, sedangkan pada kondisi pH tinggi amonia akan bersifat racun meskipun kadarnya rendah. Penurunan kadar oksigen terlarut akan meningkatkan toksitas amonia dalam perairan. Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/l. Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0.2 mg/l. Jika kadar amonia bebas lebih dari 0.2 mg/l, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan.

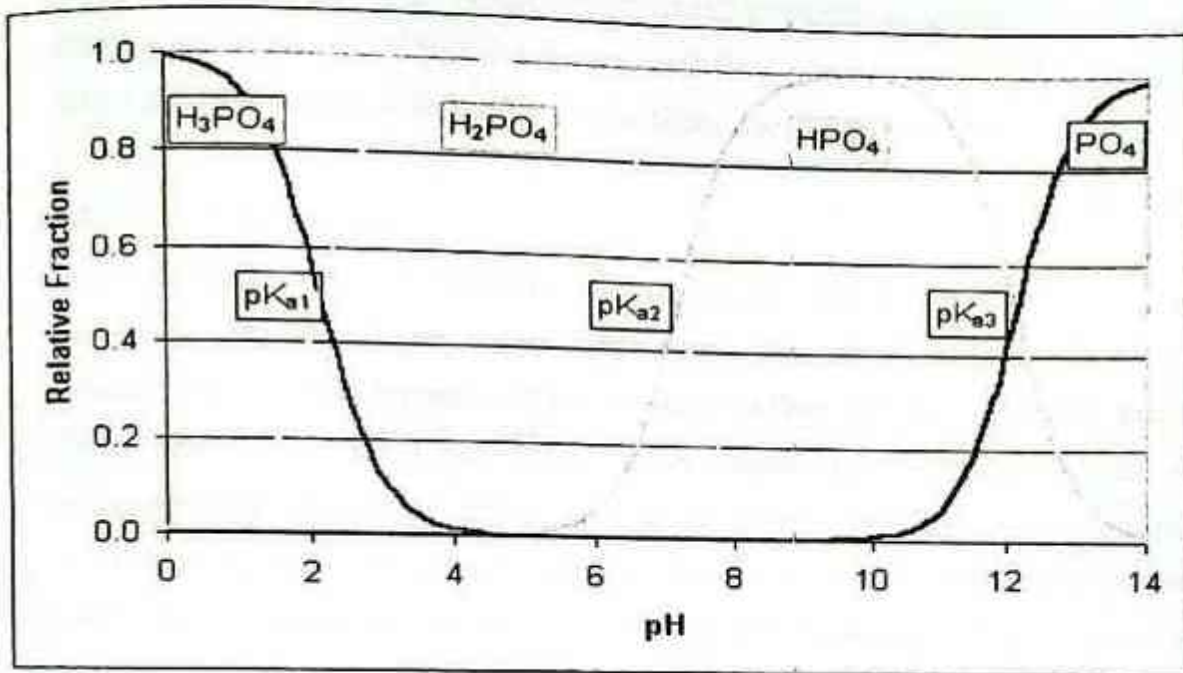
Nitrat adalah bentuk utama dari senyawa nitrogen di perairan dan merupakan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Ion nitrat yang terlarut mempunyai bentuk paling stabil dari senyawa nitrogen di permukaan air yang berasal dari oksidasi senyawa nitrogen. Konsentrasi nitrat di suatu perairan diatur dalam proses nitrifikasi, yaitu proses perubahan amonia menjadi nitrit kemudian nitrat (Rahman 1996).

e. Fosfor

Fosfor (P) adalah makronutrien yang penting bagi organisme hidup. Unsur ini diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan merupakan faktor pengendali untuk produktivitas tanaman (Kadlec dan Knight, 1996). Fosfor umumnya ditemukan di DNA asam nukleat dan RNA serta ATP (adenosine triphosphate) untuk mentransfer energi di dalam sel.

Dalam air, fosfor dapat diklasifikasikan sebagai partikel fosfor dan fosfor terlarut berdasarkan proses filtrasi filter 0,45 μm (Kadlec dan Wallace, 2008). Bentuk fosfor dapat dikategorikan lebih lanjut menjadi fosfor organik, polifosfat dan ortofosfat. Fosfor organik banyak ditemukan pada bahan organik seperti fosfolipid, fosfat gula pasir dan nukleotida dan dapat dibentuk sebagai partikulat atau dalam bentuk larut (Kadlec dan Wallace, 2008, Roy, 2016). Dalam kondisi tertentu, fosfor partikel organik dapat diubah menjadi fosfor terlarut melalui dekomposisi mikroba senyawa organik (Nausch dan Nausch, 2014, Lin et al., 2016). Polifosfat adalah jenis molekul fosfat yang memiliki dua atau lebih atom fosfor. Umumnya, polifosfat berubah menjadi ortofosfat melalui proses hidrolisis. Orthophosphate adalah bentuk fosfor terlarut utama dalam air limbah. Vera dkk. (2014) melaporkan bahwa air limbah dibentuk oleh lebih dari 60% senyawa ortofosfat. Ortofosfat dapat dibentuk sebagai PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , dan H_3PO_4 tergantung pada nilai pH (Kadlec dan Knight, 1996). Gambar 2.2 mengilustrasikan pengaruh pH pada spesiasi fosfor. Ortofosfat dan polifosfat merupakan bentuk senyawaan fosfat yang umum ditemukan di perairan. Di samping bentuk anorganik, senyawa fosfat juga ditemukan dalam bentuk organik, misalnya asam nukleat, gula fosfat, polifosfat, bentuk senyawa fosfat organik lainnya. Senyawa fosfat di perairan dapat berasal dari sumber alami (seperti erosi tanah, buangan dari hewan, dan lapukan tumbuhan) dan dari limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik.

Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena *eutrofikasi*. Untuk mencegah terjadinya eutrofikasi, air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan fosfat sampai pada nilai tertentu (baku mutu efluen 2 mg/l). Dalam pengolahan air limbah, konsentrasi fosfat dapat dikurangi dengan proses fisika-kimia maupun biologis.



Gambar 2.2 Distribusi senyawa fosfor terhadap pH.

Sumber: (Reddy and DeLaune, 2008)

2.3.3. Parameter Biologi

Mikroorganisme patogen dalam air limbah domestik berasal dari kotoran manusia dan hewan (Kansiime dan Maimuna, 1999). Kehadiran mikroorganisme patogen seperti virus, bakteri, dan protozoa dalam air limbah rumah tangga dapat menyebabkan efek yang negatif pada kesehatan (Garcia et al., 2010, Mara, 2013). *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella spp.*, *Vibrio cholera* adalah semua jenis bakteri yang biasa ditemukan di air limbah rumah tangga. Sementara itu, *Entamoeba histolyca*, *Giardia lamblia* dan *Cryptosporidium parvum* adalah jenis protozoa yang sering terdeteksi pada air limbah rumah tangga. Untuk virus, banyak virus dalam air limbah rumah tangga berada dalam bentuk rotavirus dan norovirus yang merupakan penyebab utama diare (Mara, 2004). Adanya bahan organik di air limbah rumah tangga menghasilkan tempat yang layak untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu dan pH (Mara, 2004). Adanya mikroorganisme patogen dalam badan air berpotensi menyebabkan penularan penyakit yang ditularkan melalui air (Kadlec and Wallace, 2008, Mara, 2004). Oleh karena itu,

pengolahan limbah menjadi sangat penting untuk mengurangi polutan sebelum akhirnya dibuang ke badan air. Untuk itu parameter biologi, parameter yang biasa digunakan dalam penentuan kualitas air adalah total coliform dan faecal coliform.

2.4 Beban Pencemaran

Istilah beban pencemaran dikaitkan dengan jumlah total pencemaran atau campuran pencemar yang masuk ke dalam lingkungan oleh suatu industri atau kelompok industri pada areal tertentu dalam periode waktu tertentu. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, beban pencemaran adalah jumlah atau unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Besarnya beban pencemaran ditentukan melalui pengukuran langsung debit air sungai dan konsentrasi limbah yang ada di sekitar sungai tersebut. Pada daerah pemukiman, beban pencemaran biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata per orang per hari dalam membuang air limbah. Persamaan yang digunakan untuk menentukan beban pencemaran perairan adalah sebagai berikut:

$$BP = Q \times C_i \times (1 \times 10^{-6} \times 12 \times 30 \times 24 \times 360) \quad (1)$$

Debit air (Q) dihitung dengan rumus:

$$Q = a \times v \quad (2)$$

Total beban pencemaran dari suatu sumber ditentukan dengan persamaan:

$$TBP = \sum_{i=1} BP$$

Keterangan Q = debit air (m^3 /detik)

C_i = konsentrasi parameter ke-i (mg/l)

BP = beban pencemaran yang berasal dari sumber (ton/tahun)

a = luas bagian penampang basah (m^2)

v = kecepatan aliran rata-rata (m/detik)

TBP = total beban pencemaran yang masuk ke perairan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian terdiri atas dua tahap. *Tahap pertama* adalah menentukan kondisi eksisting perairan Kali Dendeng terhadap parameter fisik-kimia dan biologi mencakup: pH, suhu, TDS, DHL, TSS, DO, BOD, COD, Mn, Fe, Cd, Pb, Zn, detergen, minyak dan lemak, sulfat, fosfat, nitrit, faecal coliform dan total coliform. Selain itu pada tahapan ini dilakukan pula identifikasi terhadap sumber sumber pencemar dan beban pencemar terhadap beberapa parameter. *Tahap kedua* bertujuan untuk mengidentifikasi perilaku masyarakat di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng dalam membuang limbah dan memanfaatkan sumberdaya air di sekitar DAS Kali Dendeng serta mengidentifikasi peran berbagai stakeholder dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Daerah Aliran Sungai Kali Dendeng.

3.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah DAS Kali Dendeng dan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT. Contoh air diambil dari DAS Kali Dendeng yang melintas membelah Kota Kupang yang merupakan Ibu Kota Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pengambilan contoh air dilakukan pada delapan stasiun yang mewakili bagian hulu, tengah dan hilir dari DAS Kali Dendeng. Lokasi titik pengambilan contoh ditunjukkan pada Table 3.1. Analisis contoh dilakukan secara *in situ* (lapangan) dan di UPT Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Daerah. Pengambilan sampel ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Oktober 2017.

Untuk parameter sosial, penelitian dilakukan di dua belas kelurahan di sempadan sungai Sub DAS Kali Dendeng. Kelurahan-kelurahan tersebut meliputi: Manulai 2, Manutapen, Mantasi, Bakunase, Batuplat, Airmona, Fontein, Nunleu, Fatukoa, Airmata, Naikoten 1, dan Bakunase 2. Selain itu, untuk para pengambil keputusan dilakukan

terhadap organisasi perangkat daerah (OPD) yang tugas pokok dan fungsinya berkaitan dengan pengelolaan DAS Kali Dendeng. Penelitian untuk parameter sosial dilakukan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2017.

Table 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel di DAS Kali Dendeng

No	Nama Sampel	Lokasi	Koordinat
1	Stasiun 1	Kali Biknoi	S: 10° 13' 52.74" E: 123° 36' 18.18"
2	Stasiun 2	Kali Bakunase 2	S: 10° 11' 07.03" E: 123° 35' 49.35"
3	Stasiun 3	Kali Airmona	S: 10° 10' 58.90" E: 123° 34' 47.81"
4	Stasiun 4	Kali Sembunyi	S: 10° 10' 32.57" E: 123° 35' 25.39"
5	Stasiun 5	Intake Bendung Kali Dendeng	S: 10° 10' 22.44" E: 123° 35' 00.69"
6	Stasiun 6	Bendung Kali Dendeng 2	S: 10° 10' 15.91" E: 123° 34' 58.73"
7	Stasiun 7	Jembatan Bakunase	S: 10° 11' 30.30" E: 123° 35' 03.20"

2.4. Variable Penelitian

Adapun definisi operasional variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan oksigen biokimia (BOD) adalah banyaknya oksigen dalam ppm yang dipergunakan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri sehingga limbah tersebut jernih kembali. Proses tersebut memerlukan waktu selama 20 hari pada suhu 20°C. Pada laboratorium proses inkubasi ini dilakukan selama 5 hari karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Delzer dan McKenzie, 2003) proses konversi organik karbon menjadi karbondioksida membutuhkan waktu selama 5 hari. Ole karena itu pengukuran BOD lebih dikenal sebagai BOD5.

2. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air.
3. Nitrit adalah indikator keberadaan nitrogen dalam air, keberadaan nitrit sangat bergantung pada ketersediaan oksigen terlarut dalam air karena apabila jumlah oksigen terlarutnya banyak maka nitrit akan teroksidasi menjadi nitrat. Senyawa nitrogen dalam air limbah domestik berasal dari air seni, tinja dan oksidasi zat organik secara mikrobiologis.
4. Fosfat adalah salah satu bahan yang sering terdapat dalam air limbah domestik karena banyak digunakan dalam serbuk pencuci serta deterjen.
5. Total coliform adalah indikator keberadaan bakteri yang berhubungan dengan kesehatan manusia.
6. Total suspended solid (TSS) adalah padatan tersuspensi yang berdiameter $>1 \mu\text{m}$ yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi akan tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0.45 \mu\text{m}$.
7. Perilaku penduduk dan pendapat stakeholders yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi aspek pengetahuan dan sikap dalam membuang air limbah domestik serta tindakan dalam memanfaatkan bahan-bahan yang berpotensi menurunkan kualitas air sungai.

3.3. Metode pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei lapangan serta pengukuran *in situ* dan analisis di laboratorium terhadap parameter fisik, kimia, biologi dan variasi debit air Kali Dendeng serta wawancara para pengambil keputusan dan masyarakat yang tinggal di sekitar DAS Kali Dendeng. Data primer tentang kondisi fisik dan kimia perairan serta sumber dan jenis pencemar dalam limbah dan air sungai diperoleh di lapangan dan dari hasil analisis laboratorium. Data primer peran berbagai stakeholder dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air DAS

Kali Dendeng diperoleh melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan para pengambil keputusan. Untuk data primer tentang persepsi dan perilaku masyarakat diambil dari *in depth interview* dengan kelompok masyarakat dan focus group discussion dengan masyarakat di tinggal di sepadan sungai di DAS Kali Dendeng. Sampel diambil di dua belas kelurahan yang melintasi DAS Kali Dendeng. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi jumlah penduduk, dan industri kecil. Data beban limbah diperoleh melalui pengukuran konsentrasi parameter beban limbah pada setiap stasiun/titik pengamatan dan debit limbah.

Pengumpulan data sekunder dilakukan juga terhadap data kualitas air dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT di enam stasiun di Kali Dendeng. Data monitoring kualitas air yang diambil adalah monitoring tahun 2014 sampai dengan 2016. Hasil monitoring ini kemudian diolah kembali sesuai dengan kebutuhan penelitian ini. Tabel 3.2. memperlihatkan lokasi tempat pengambilan sampel yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Daerah Provinsi NTT.

Table 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel di DAS Kali Dendeng oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah Provinsi NTT (2014 – 2016)

No	Nama Sampel	Lokasi	Koordinat
1	Stasiun 1	Kali Mapoli	S: 10° 10' 70.4" E: 123° 35' 04.4"
2	Stasiun 2	Kali Sembunyi	S: 10° 10' 53.7" E: 123° 35' 41.7"
3	Stasiun 3	Nunleu 1	S: 10° 10' 41.7" E: 123° 35' 31.6"
4	Stasiun 4	Nunleu 2	S: 10° 10' 43.3" E: 123° 35' 23.1"
5	Stasiun 5	Bendung Kali Dendeng	S: 10° 10' 31.5" E: 123° 35' 99.5"
6	Stasiun 6	Jembatan Selam Airmata	S: 10° 10' 00.6" E: 123° 34' 76.3"

3.3. 1. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan terhadap contoh air di DAS Kali Dendeng menggunakan metode seperti ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.3. Parameter kualitas air dan acuan metode analisis yang digunakan

Parameter	Satuan	Acuan Metode	Metode
I. Fisika			
1. Suhu	°C	SNI 06-6989.23-2005	Thermometri
2. TDS	mg/L	SNI 06-6989.1-2004	Konduktometri
3. DHL	μ S/cm	SNI 06-6989.1-2004	Konduktometri
4. TSS	mg/L	SNI 06-6989.3-2004	Gravimetri
II. Kimia dan biologi			
1. pH	-	SNI 06-6989.11-2004	pHmeter
2. DO	mg/L	SNI 06-6989.14-2004	Iodometri
3. COD	mg/L	SNI 6989.2-2009	Spektrofotometri
4. BOD	mg/L	SNI 6989.72-2009	DO meter
5. N-Nitrit	mg/L	SNI 06-6989.9-2004	Spektrofotometri
6. Fosfat	mg/L	SNI 06-6989.31-2005	Spektrofotometri
7. Sulfat	mg/L	SNI 06-6989.20-2004	Turbidimetri
8. Minyak dan lemak	μ g/L	JIS K 0102-24	Gravimetri
9. Detergen	μ g/L	SNI 06-6989.51-2005	Spektrofotometri
10. Mangan	mg/L	SNI 6989.5-2009	Spektrofotometri AAS
11. Besi	mg/L	SNI 6989.4-2009	Spektrofotometri AAS
12. Kadmium	mg/L	SNI 6989.16-2009	Spektrofotometri AAS
13. Tembaga	mg/L	SNI 6989.6-2009	Spektrofotometri AAS
15. Seng	mg/L	SNI 6989.7-2009	Spektrofotometri AAS
16. Total coliforms	MPN	SNI 06-2421-1991	Colony counter
17. Feecal coliform	MPN	SNI 06-2421-1991	Colony counter

3.3.2. Penentuan Kualitas Perairan Kali Dendeng

Metode yang digunakan untuk menentukan kualitas perairan atau status mutu air Kali Dendeng adalah metode STORET (*Storage and Retrieval of Water Quality Data System*).

Pada metode STORET data parameter kualitas air hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu air sesuai PP Nomor 82 Tahun 2001.

Penentuan status mutu air dengan metode STORET adalah dengan menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*United State - Environmental Protection Agency*), dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A : baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 → tercemar ringan
- (3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 → tercemar sedang

(4) Kelas D : buruk, skor $\geq -31 \rightarrow$ tercemar berat

Langkah-langkah yang dilakukan untuk penentuan status kualitas air dengan metode Storet adalah:

1. Melakukan tabulasi data kualitas air yang memuat semua nilai hasil pengukuran parameter fisika dan kimia (kekeruhan, konduktivitas, pH, DO, COD, BOD, TSS, N-Nitrit, $P-PO_4^{3-}$, Pb, Cd, Cu, Zn, minyak dan lemak, dan detergen) sehingga membentuk data dari waktu ke waktu dan mencantumkan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata hasil pengukuran tiap parameter pada setiap lokasi pengamatan;
2. Membandingkan nilai minimum, maksimum, dan rata-rata hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air;
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu (hasil pengukuran $\leq$ baku mutu) maka diberi skor 0;
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran $>$ baku mutu), maka diberi skor:

Jumlah Contoh*)	Nilai	Parameter	
		Fisika	Kimia
< 10	Maksimum	-1	-2
	Minimum	-1	-2
	Rata-rata	-3	-6
≥ 10	Maksimum	-2	-4
	Minimum	-2	-4
	Rata-rata	-6	-12

*) Jumlah parameter yang digunakan dalam menentukan status mutu air

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status kualitasnya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

3.3.3. Analisis Beban Pencemaran

Metode pengumpulan data untuk mengidentifikasi sumber dan beban pencemaran adalah melalui analisis parameter pencemar (in situ dan laboratorium), pengukuran debit limbah,

dan data sekunder jumlah penduduk. Sumber pencemar yang diidentifikasi adalah industri, pemukiman, dan hotel/rumah makan. Sumber pencemar industri adalah industri yang mengalirkan limbah ke Kali Dendeng.

Analisis beban pencemaran dari berbagai sumber pencemar baik dari effluen air limbah industri kecil, limbah pemukiman, dan limbah peternakan yang masuk ke perairan Kali Dendeng dilakukan melalui pendekatan *Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution* (WHO 1993). Beban pencemaran dihitung menggunakan persamaan (Soemarno 2007):

$$BPA = (CA)_j \times (DA) \times f$$

Keterangan: BPA = Beban pencemaran sebenarnya (kg / hari)

(CA)_j = Kadar sebenarnya unsur pencemar j (mg/l)

DA = Debit limbah cair/sungai (liter/detik)

f = faktor konversi = 0,086

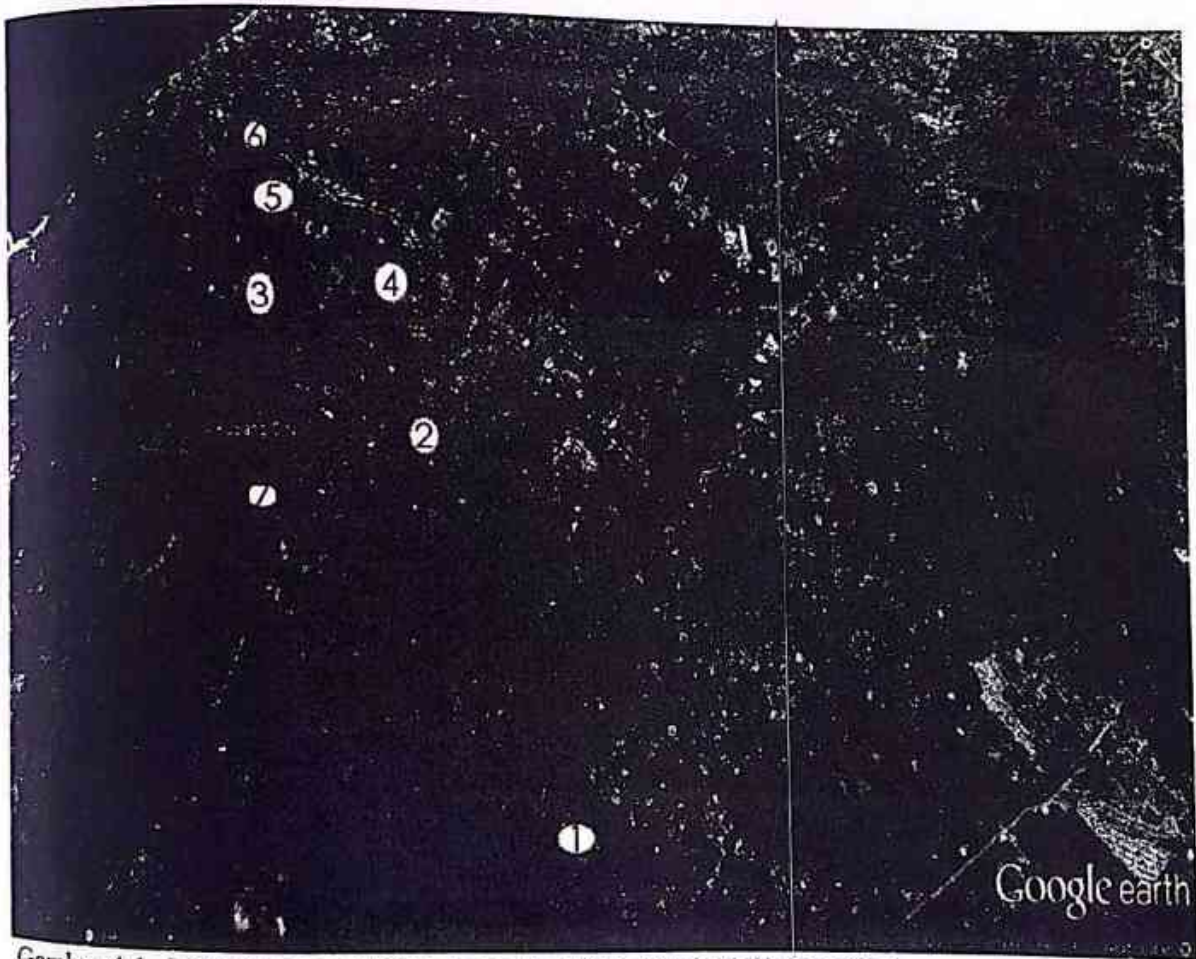
3.3.4 Analisis Stakeholder

Analisis kebutuhan merupakan tahap awal untuk mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan dari masing-masing pelaku/*stakeholders* (Hartrisari, 2007). Setiap pelaku sistem memiliki kebutuhan yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Analisis sistem pengendalian pencemaran air Kali Dendeng melibatkan beberapa pelaku yang terlibat dalam sistem tersebut. Pelaku yang terlibat dalam sistem pengendalian pencemaran air Kali Dendeng meliputi: Masyarakat di sekitar sungai, pemerintah daerah (BPLHD dan PU Pengairan, Kelurahan dan Kecamatan), Perguruan Tinggi, PDAM Kota Kupang, dan industri kecil.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng. Pengambilan sampel kualitas air dilakukan di tujuh stasiun sebagai representasi dari bagian hulu tengah dan hilir. Gambar 4.1 menunjukan lokasi pengambilan sampel air di Sub DAS Kali Dendeng.



Gambar 4.1. Lokasi pengambilan sampel di Sub DAS Kali Dendeng.

Sub DAS Kali Dendeng merupakan salah satu kali yang penting bagi warga Kota Kupang. Kali ini melewati beberapa Kelurahan yang ada di Kota Kupang yaitu Manulai 2, Manutapen, Mantasi, Bakunase, Batuplat, Airmona, Fontein, Nunleu, Fatukoa,

Airmata, Naikoten 1, dan Bakunase 2. Kali ini mempunyai panjang sekitar 11,8 km dengan luas daerah aliran sungai sebesar 47.73 km². Beberapa anak sungai yang bermuara pada kali Dendeng antara lain Kali Mapoli, Kapadala, Airmona, Bakunase dan Kali Sembunyi. Beberapa anak sungai tersebut diduga menjadi penyumbang pencemaran yang signifikan bagi penurunan kualitas air Kali Dendeng. Pencemar utama di Kali Dendeng diduga berasal dari limbah domestik, limbah industri kecil dan limbah peternakan. Air yang mengalir di Sub DAS Kali Dendeng digunakan untuk irigasi, keperluan domestik dan air baku air minum.

4.2. Kondisi Existing Kualitas Air di Sub DAS Kali Dendeng.

Kondisi eksisting kualitas air di Sub DAS Kali Dendeng digambarkan dengan tingkat konsentrasi beberapa parameter kualitas air yang diukur. Parameter-parameter tersebut terdiri atas parameter fisika, kimia dan biologi. Setiap parameter kualitas air yang diukur di lapangan maupun laboratorium dibandingkan dengan baku mutu kualitas air yang mengacu pada PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan ini mengatur kualitas air sesuai dengan peruntukan air tersebut.

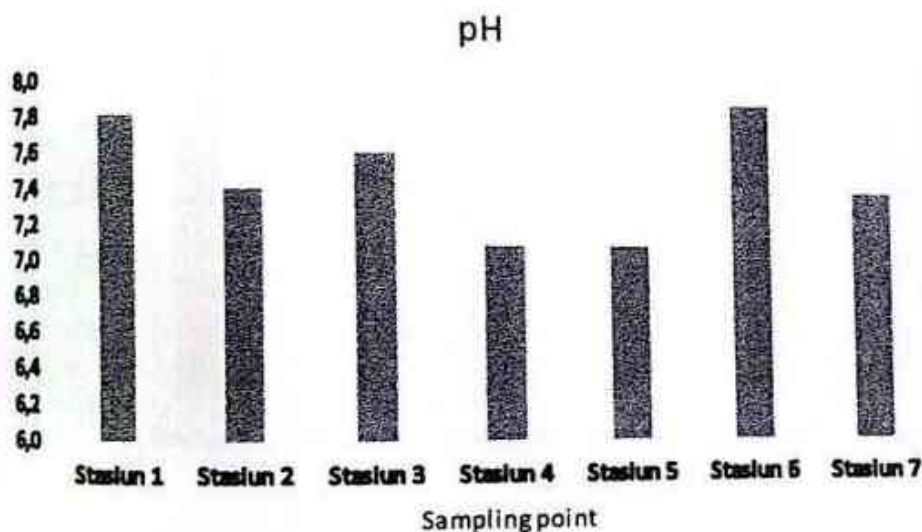
Karena peruntukan air pada Sub DAS Kali Dendeng belum ditetapkan, maka penelitian ini membandingkan kualitas air di Sub Das Kali Dendeng dengan baku mutu air kelas II yaitu yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4.2.1 pH

Dalam pemantauan kualitas air variable pH merupakan salah satu faktor yang penting karena menunjukkan derajat keasaman suatu badan air. Aktivitas biologi berbagai organismen yang ada di suatu badan air sangat dipengaruhi oleh pH. Nilai pH yang optimal pada suatu badan air berkisar antara 6,5 – 8,5. Pada kisaran pH tersebut organisme yang ada di dalam air dapat beraktivitas secara baik. Apabila nilai pH melebihi atau kurang dari kisaran tersebut dapat menyebabkan tergannggunya proses biokimia

perairan, keseimbangan ekosistem yang selanjutnya akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme yang ada di perairan tersebut.

Pengukuran pH pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa nilai pH berkisar antara 7.1 – 7.9 (Gambar 4.2). Menurut PP No.82 Tahun 2001 nilai pH untuk peruntukan air kelas 2 berkisar antara 6 – 9. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air di Sub DAS Kali Dendeng masih berada pada kondisi yang aman untuk peruntukan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian. Hasil Monitoring kualitas air di Sub DAS Kali Dendeng yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah Provinsi NTT selama tahun 2014 – 2016 untuk parameter pH menunjukkan bahwa nilai pH pada 6 titik sampel pada Sub DAS Kali Dendeng masih berada pada rentang yang dipersyaratkan pada air golongan 2 yaitu 6,9 – 8,2.



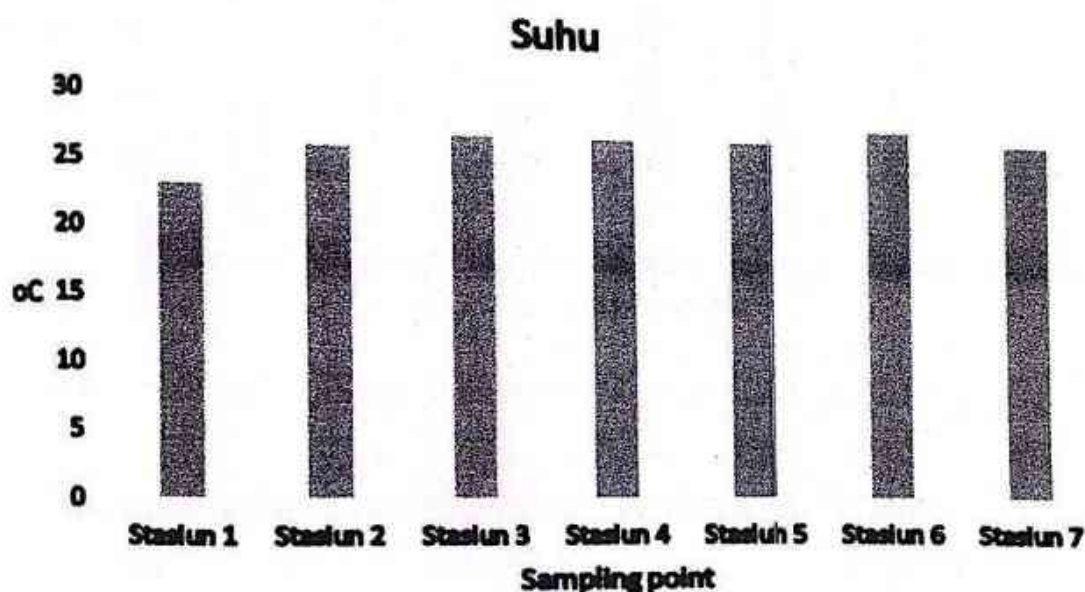
Gambar 4.2 Profil pH di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

4.2.2 Suhu

Suhu air merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses kehidupan organisme air. Pada suhu normal makhluk hidup dapat melakukan metabolisme secara baik sehingga keberlangsungan hidup organisme air dapat terjaga. Menurut PP. No.82 Tahun 2001. Suhu normal badan air mempunyai deviasi 3 dengan suhu normal udara. Beberapa faktor

yang mempengaruhi suhu di suatu badan air antara lain intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara atmosfer dan hidrosfer, vegetasi, iklim, dan pengaruh limbah disebabkan oleh kegiatan industri. Menurut Hadikusumah (2008), distribusi suhu di badan air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain penyerapan panas, curah hujan dan pola sirkulasi air.

Gambar 4.3 menunjukkan profil suhu pada tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu perairan pada Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 23 – 28°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu perairan ini masih berada dibawah ambang batas yang ditetapkan untuk air golongan 2 menurut PP. No 82 Tahun 2001.



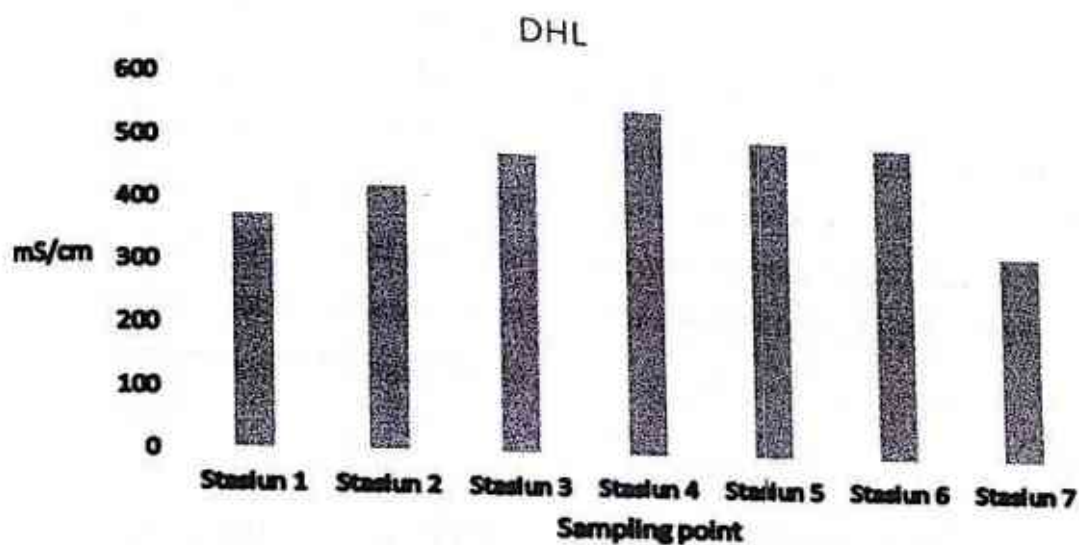
Gambar 4.3 Profil suhu (°C) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

4.2.3 Daya Hantar Listrik

Daya hantar listrik (DHL) menunjukkan kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik. Pada prinsipnya semakin tinggi konsentrasi garam-garam yang terlarut yang dapat terionisasi, nilai DHL semakin tinggi. Perairan alami memiliki nilai DHL sekitar 20 – 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan perairan laut memiliki nilai DHL sangat tinggi karena banyak

mengandung garam terlarut. Limbah industri memiliki nilai DHL mencapai 10.000 $\mu\text{S/cm}$.

Nilai daya hantar listrik pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 376 – 568 $\mu\text{S/cm}$. DHL tertinggi berada pada Stasiun 4 di Kali Sembunyi dan terendah pada Stasiun 7 di Jembatan Bakunase. Gambar 4.4 memperlihatkan profil DHL ($\mu\text{S/cm}$) di 7 titik sampel di sepanjang Sub DAS Kali Dendeng.



Gambar 4.4 Profil DHL ($\mu\text{S/cm}$) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

4.2.4 Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS)

Total Dissolved Solids (TDS) adalah jumlah zat padat yang terlarut baik berupa mineral, garam, logam, kation, anion, bahan organik yang dapat larut di dalam air serta memiliki ukuran dibawah 1 nanometer. Secara umum zat padat tersebut dapat diklasifikasikan berasal dari bahan organik dan bahan anorganik. Untuk bahan organik sumber utamanya dapat bersasal dari daun, lumpur, plankton, limbah domestik, limbah industri, dan pestisida. Untuk bahan anorganik sumbernya dapat berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi sulfur dan mineral lainnya. Bahan-bahan anorganik ini dapat pula berasal dari logam berat yang diproduksi dari berbagai industri. Sesuai dengan regulasi menurut PP No.82 Tahun 2001, minimal konsentrasi

TDS yang disarankan di sumber air kelas II adalah 1000 mg/L. Tingginya TDS disebabkan oleh keberadaan beberapa ion antara lain kalium, klorida dan natrium, nitrat serta ion-ion yang berasal dari logam berat seperti kadmium, arsen, tembaga dan timbal. Untuk itu nilai TDS yang berada diatas 1000 mg/L tidak dianjurkan untuk dikonsumsi sebagai air minum karena akan berdampak bagi kesehatan manusia.

Total suspended solids (TSS) adalah partikel-partikel tersuspensi (diameter $>1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori 0,45 μm . TSS merupakan kontributor utama terhadap kekeruhan dan kecerahan dari suatu badan air. Sumber utama padatan tersuspensi adalah lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh proses erosi tanah yang terbawa ke dalam badan air. Parameter TSS berguna untuk mengidentifikasi kemampuan air terhadap buangan limbah baik limbah domestik maupun industri serta menjadi penentu dalam efisiensi pengolahan air karena banyaknya padatan tersuspensi baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik dapat menurunkan nilai ekonomi air.

Hasil pengukuran TDS dan TSS di Sub DAS Kali Dendeng diperlihatkan pada Gambar 4.5. Konsentrasi TDS pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 189 – 301 mg/L. Konsentrasi terendah berada pada Stasiun 7 di Jembatan Bakunase dan tertinggi berada pada Stasiun 4 di Kali Sembunyi. Hasil pengukuran ini menunjukkan pula bahwa konsentrasi TDS pada sampel yang diambil pada 7 stasiun tersebut masih berada dibawah baku mutu air kelas II yang mensyaratkan konsentrasi TDS sebesar 1000 mg/L. Hasil pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT Tahun 2014 – 2016 menunjukan pula bahwa konsentrasi TDS masih dibawah ambang batas baku mutu air golongan 2 yaitu berkisar antara 162 – 443 mg/L (Gambar 4.6)

Konsentrasi TSS (mg/L) pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 1 – 15 mg/L (Gambar 4.5). Hasil ini masih dibawah baku mutu yang ditetapkan menurut PP No.82 Tahun 2001. Konsentrasi yang tertinggi berada pada titik sampling di Jembatan Bakunase (Stasiun 7) dan yang terendah di Stasiun 2 (Kali Bakunase). Pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Tahun 2014 – 2016

TDS yang disarankan di sumber air kelas II adalah 1000 mg/L. Tingginya TDS disebabkan oleh keberadaan beberapa ion antara lain kalium, klorida dan natrium, nitrat serta ion-ion yang berasal dari logam berat seperti kadmium, arsen, tembaga dan timbal. Untuk itu nilai TDS yang berada diatas 1000 mg/L tidak dianjurkan untuk dikonsumsi sebagai air minum karena akan berdampak bagi kesehatan manusia.

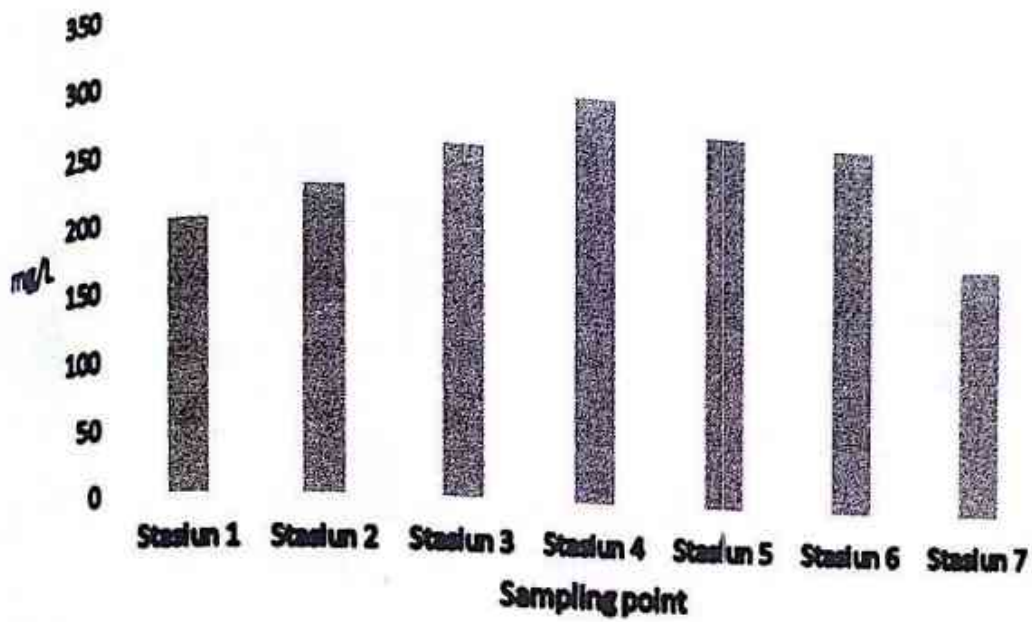
Total suspended solids (TSS) adalah partikel-partikel tersuspensi (diameter $>1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. TSS merupakan kontributor utama terhadap kekeruhan dan kecerahan dari suatu badan air. Sumber utama padatan tersuspensi adalah lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh proses erosi tanah yang terbawa ke dalam badan air. Parameter TSS berguna untuk mengidentifikasi kemampuan air terhadap buangan limbah baik limbah domestik maupun industri serta menjadi penentu dalam efisiensi pengolahan air karena banyaknya padatan tersuspensi baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik dapat menurunkan nilai ekonomi air.

Hasil pengukuran TDS dan TSS di Sub DAS Kali Dendeng diperlihatkan pada Gambar 4.5. Konsentrasi TDS pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 189 – 301 mg/L. Konsentrasi terendah berada pada Stasiun 7 di Jembatan Bakunase dan tertinggi berada pada Stasiun 4 di Kali Sembunyi. Hasil pengukuran ini menunjukkan pula bahwa konsentrasi TDS pada sampel yang diambil pada 7 stasiun tersebut masih berada dibawah baku mutu air kelas II yang mensyaratkan konsentrasi TDS sebesar 1000 mg/L. Hasil pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT Tahun 2014 – 2016 menunjukan pula bahwa konsentrasi TDS masih dibawah ambang batas baku mutu air golongan 2 yaitu berkisar antara 162 – 443 mg/L (Gambar 4.6)

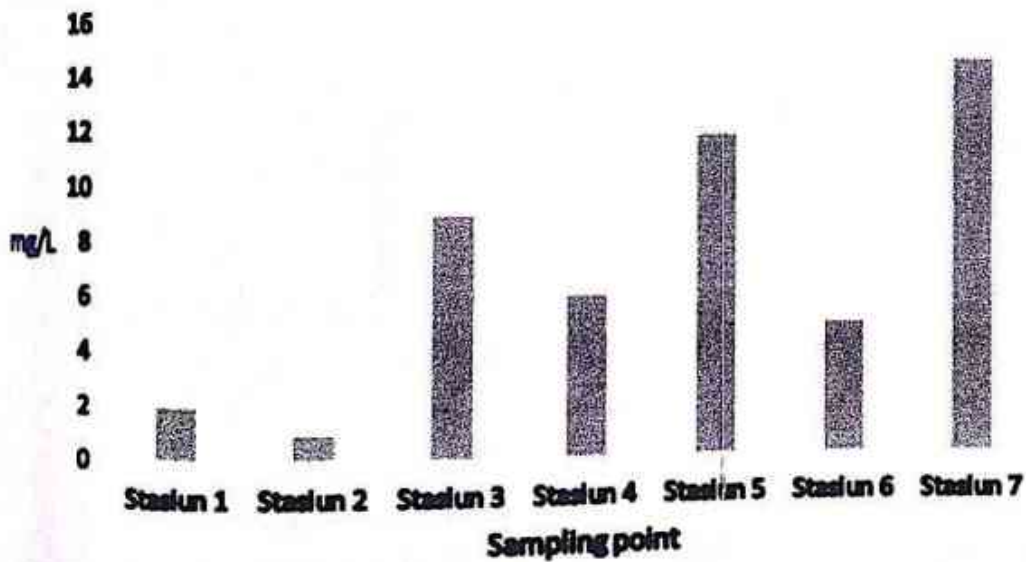
Konsentrasi TSS (mg/L) pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 1 – 15 mg/L (Gambar 4.5). Hasil ini masih dibawah baku mutu yang ditetapkan menurut PP No.82 Tahun 2001. Konsentrasi yang tertinggi berada pada titik sampling di Jembatan Bakunase (Stasiun 7) dan yang terendah di Stasiun 2 (Kali Bakunase). Pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Tahun 2014 – 2016

menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi pengambilan sampel masih berada dibawah baku mutu. Namun untuk titik sampling Nunleu 2 yang disampling pada bulan Juni 2014, pada Jembatan Selam (Nov 2014), Bendung Dendeng (2015) dan Jembatan Selam (Agustus 2016), konsentrasinya melampaui baku mutu yang ditetapkan yaitu 50 mg/L. Kondisi ini diduga berasal dari limbah domestik dan limbah peternakan yang dibuang secara temporer ke dalam badan air di Sub DAS Kali Dendeng serta proses erosi yang terjadi di Sub DAS Kali Dendeng. Hal ini bisa menjadi peringatan bahwa Sub DAS Kali Dendeng rentan terhadap peningkatan konsentrasi TSS. Padatan tersuspensi yang masuk ke dalam badan air dapat menyebabkan penurunan metabolisme organisme di dalam air seperti menurunnya laju fotosintesis fitoplankton karena menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke badan air dan mengganggu kehidupan biota perairan karena keberadaan TSS yang tinggi menyebabkan masuknya TSS pada jaringan insang pada ikan. Kondisi ini dapat menyebabkan terganggunya produktivitas primer yang pada akhirnya dapat mengganggu proses rantai makanan yang ada di badan air.

TDS

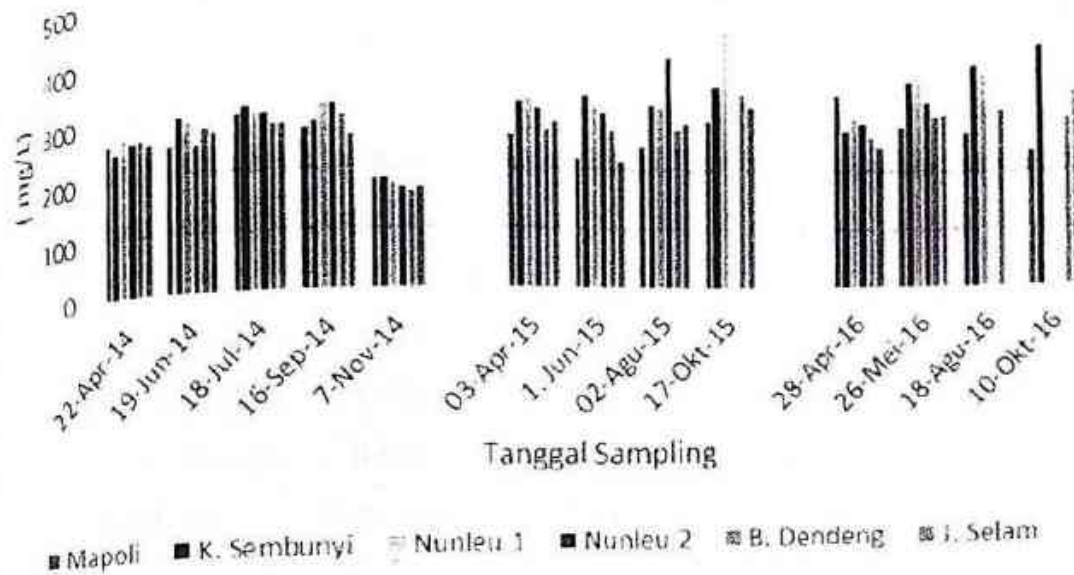


TSS

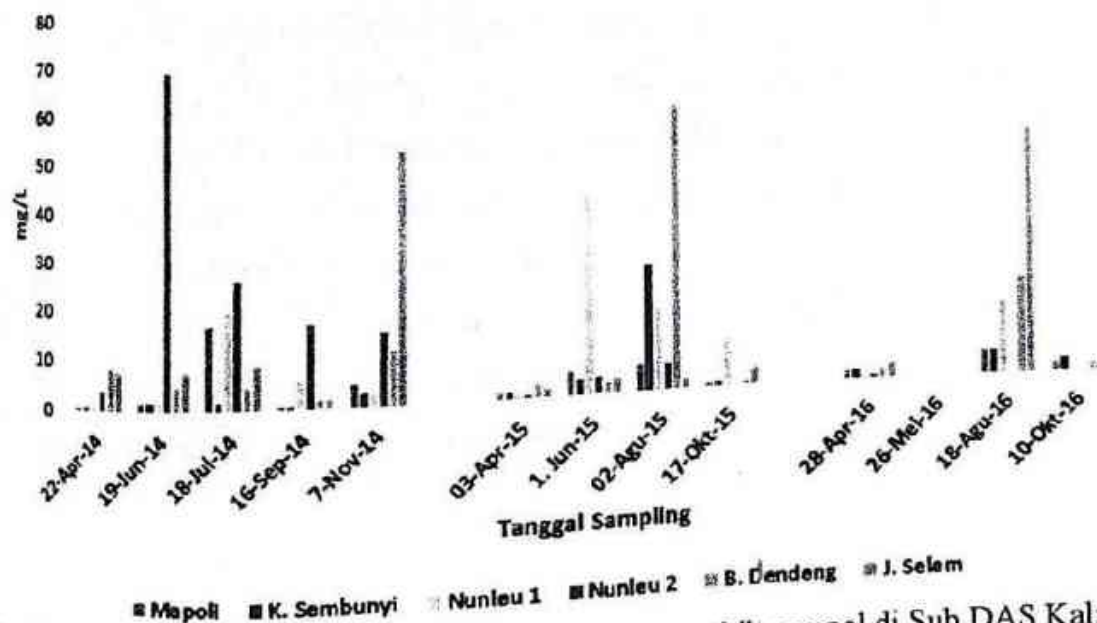


Gambar 4.5 Konsentrasi TDS dan TSS (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

TDS



TSS

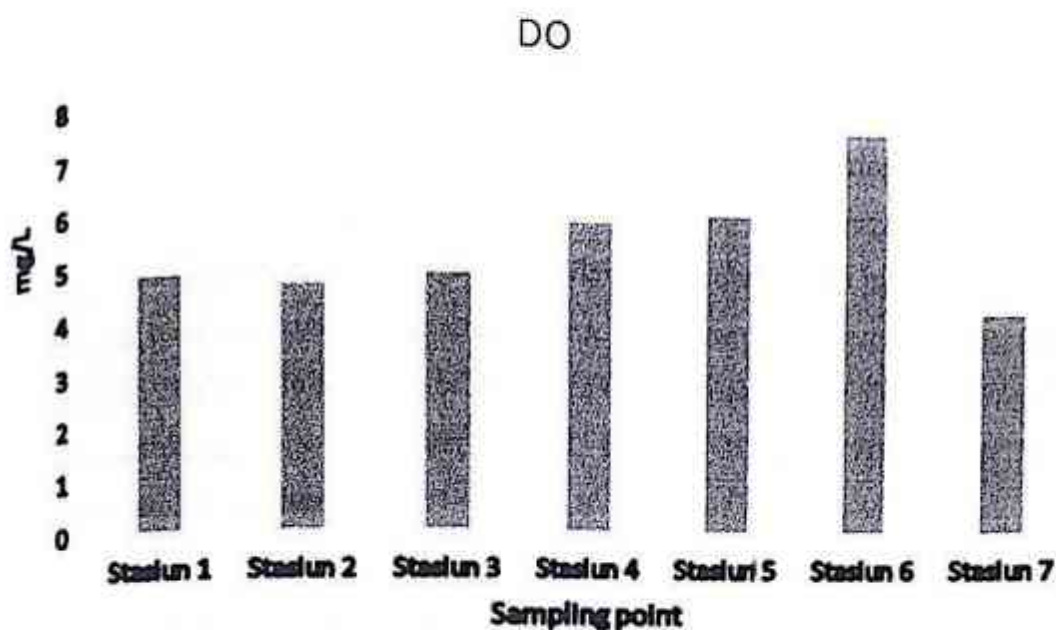


Gambar 4.6 Konsentrasi TDS dan TSS (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

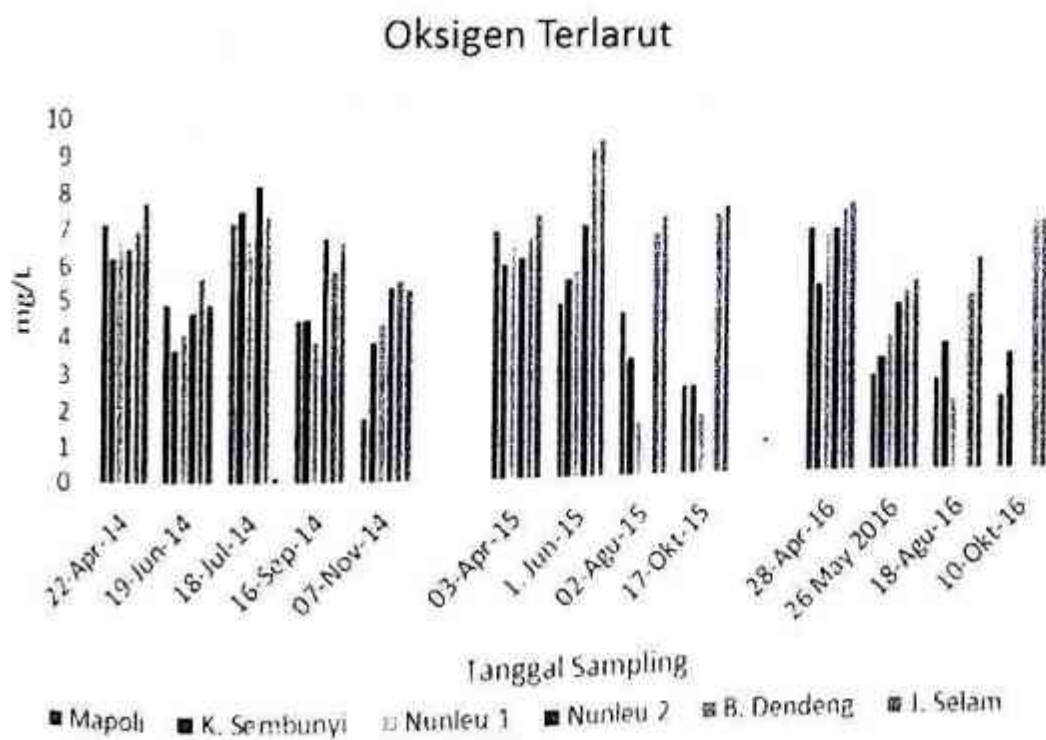
4.2.5 Oksigen terlarut

Oksigen terlarut di dalam air merupakan parameter penting bagi organisme perairan karena oksigen merupakan kebutuhan yang mendasar bagi organisme perairan. Oksigen yang terlarut di dalam air dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses metabolisme tubuhnya melalui proses respirasi. Proses ini menjadi sangat penting bagi pertumbuhan kesuburan reproduksi makhluk hidup di perairan. Selain itu oksigen yang terlarut di dalam air digunakan juga untuk proses penguraian bahan organik yang ada di dalam air dengan memanfaatkan bakteri aerob. Oleh karena itu keberadaan oksigen dalam air menjadi salah satu parameter yang penting dalam kualitas air. Penurunan kadar oksigen dalam badan air mengindikasikan bahwa kualitas badan air tersebut turun karena mengurangi proses respirasi makhluk hidup di dalam air.

Kadar oksigen terlarut di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling pada bulan September berada pada kisaran 3,8 – 7,6 mg/L. (Gambar 4.8). Kondisi ini menunjukkan bahwa semua titik sampel yang diambil memenuhi baku mutu lingkungan kelas II karena limit konsentrasi oksigen terlarut pada baku mutu golongan adalah > 4 mg/L. Namun data yang diperoleh dari hasil pemantauan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2014 – 2016 menunjukkan bahwa ada berapa stasiun yang diambil pada bulan bulan tertentu tidak memenuhi baku mutu. Konsentrasi DO pada Sub DAS Kali Dendeng pada tahun 2014, 2015 dan 2016 berturut turut berada pada kisaran 0,2 – 7,7 mg/L, 1,48 – 9,27 mg/L, dan 2,0 – 7,5 mg/L (Gambar 4.8). Kondisi ini patut menjadi perhatian bersama karena penurunan kadar oksigen terlarut dapat menyebabkan dampak negatif bagi makhluk hidup.



Gambar 4.7 Konsentrasi Oksigen terlarut (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

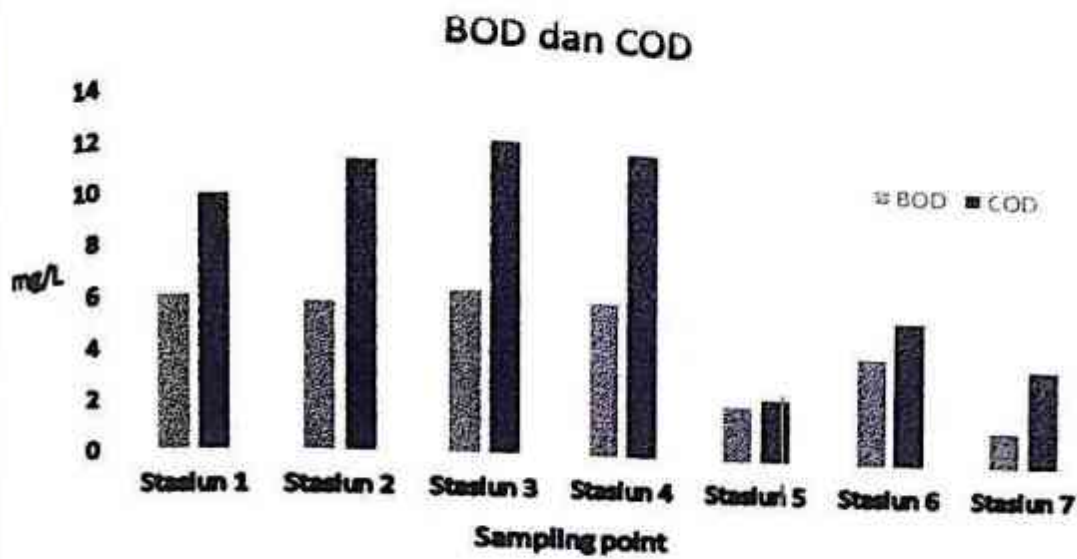


Gambar 4.8 Konsentrasi oksigen terlarut (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

4.2.6 Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD)

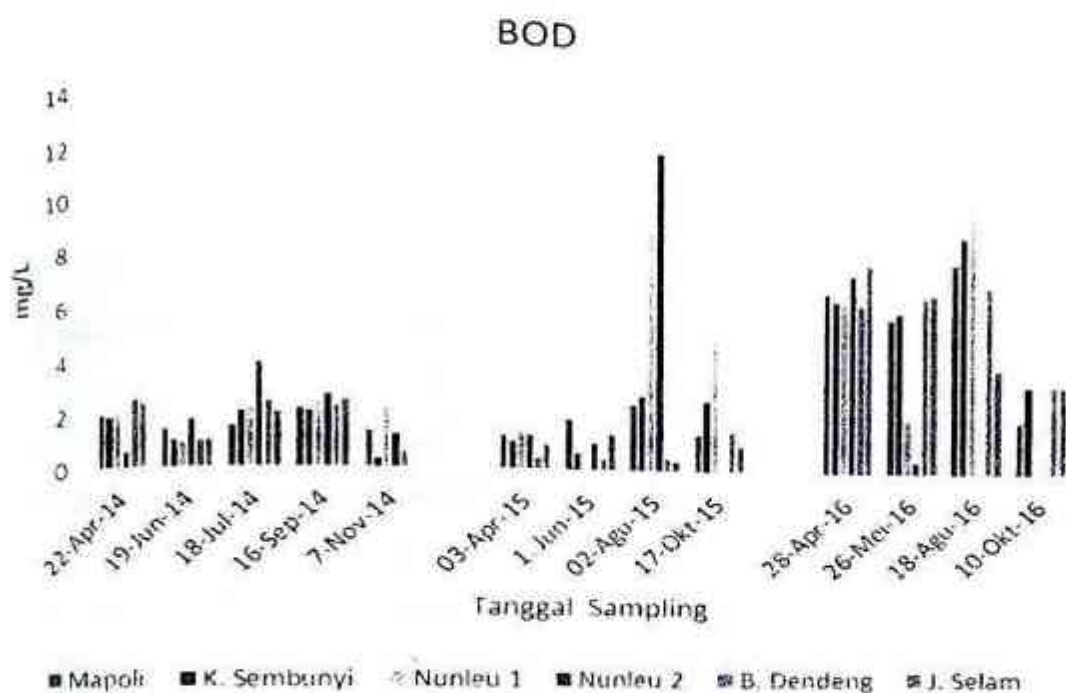
BOD dan COD merupakan indikator penting dari kualitas air karena parameter ini menggambarkan jumlah bahan organik yang dapat didegradasi oleh oksigen. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai BOD dan COD berbanding lurus dengan tingginya pencemaran yang disebabkan oleh zat organik. Nilai BOD dan COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/liter dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter. Kriteria BOD untuk air kelas II adalah 3 mg/L untuk COD batas konsentrasi maksimumnya adalah 25 mg/liter.

Hasil pengukuran kadar BOD pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa konsentrasi BOD berada pada kisaran 1,5 – 6,3 mg/L (Gambar 4.9). Konsentrasi BOD tertinggi berada pada air di Stasiun 3 yang disampling di lokasi Airmona sedangkan yang terendah berada pada Stasiun 7 yang disampling di Jembatan Bakunase. Hasil pengukuran tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar air yang disampling konsentrasi BOD-nya telah melebihi ambang batas menurut PP. No 82 Tahun 2001 yaitu 3 mg/L. Hasil ini mengindikasikan bahwa air sungai pada Sub DAS Kali Dendeng telah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh tingginya bahan organik. Hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup selama tahun 2014 – 2016 pada 6 titik sampling di sepanjang Kali Dendeng diperlihatkan pada Gambar 4.10. Apabila dibandingkan dengan tahun 2014, konsentrasi BOD meningkat secara signifikan pada tahun 2015 dan 2016. Pada tahun 2014, hanya sedikit lokasi sampel yang melampaui baku mutu, namun pada pengukuran yang dilakukan pada tahun 2016 semua titik lokasi telah melebihi baku mutu. Ini mengindikasikan bahwa air yang berada pada Sub DAS Kali Dendeng telah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh bahan organik. Agar kondisi ini tidak berlangsung terus menerus maka perlu ada upaya baik dari pemerintah maupun masyarakat untuk merehabilitasi kondisi Sub DAS Kali Dendeng agar kembali tidak tercemar.

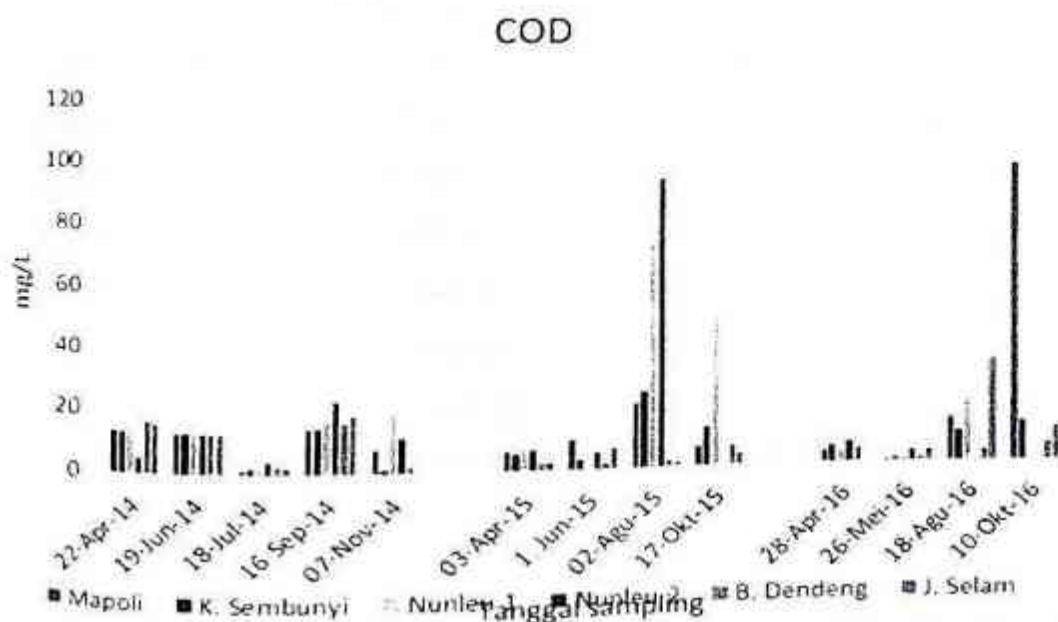


Gambar 4.9 Konsentrasi BOD dan COD (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

Untuk COD, hasil pengukuran pada 7 stasiun yang berada pada Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa konsentrasi COD berkisar antara 2,5 – 12,1 mg/L (Gambar 4.9). Dengan demikian perairan Kali Dendeng diklasifikasikan masih layak digunakan untuk peruntukan air kelas II karena masih dibawah ambang batas yang ditetapkan yaitu 25 mg/L. Gambar 4.11 memperlihatkan hasil pemantauan kualitas air di 6 stasiun di Sub DAS Kali Dendeng yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT. Hasil pemantauan memperlihatkan bahwa konsentrasi COD berkisar antara 0,83 sampai dengan 32 mg/L. Konsentrasi COD tertinggi berada di daerah yang disampling di Jembatan Selam.



Gambar 4.10 Konsentrasi BOD (mg/L) di enam titik sampel di sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

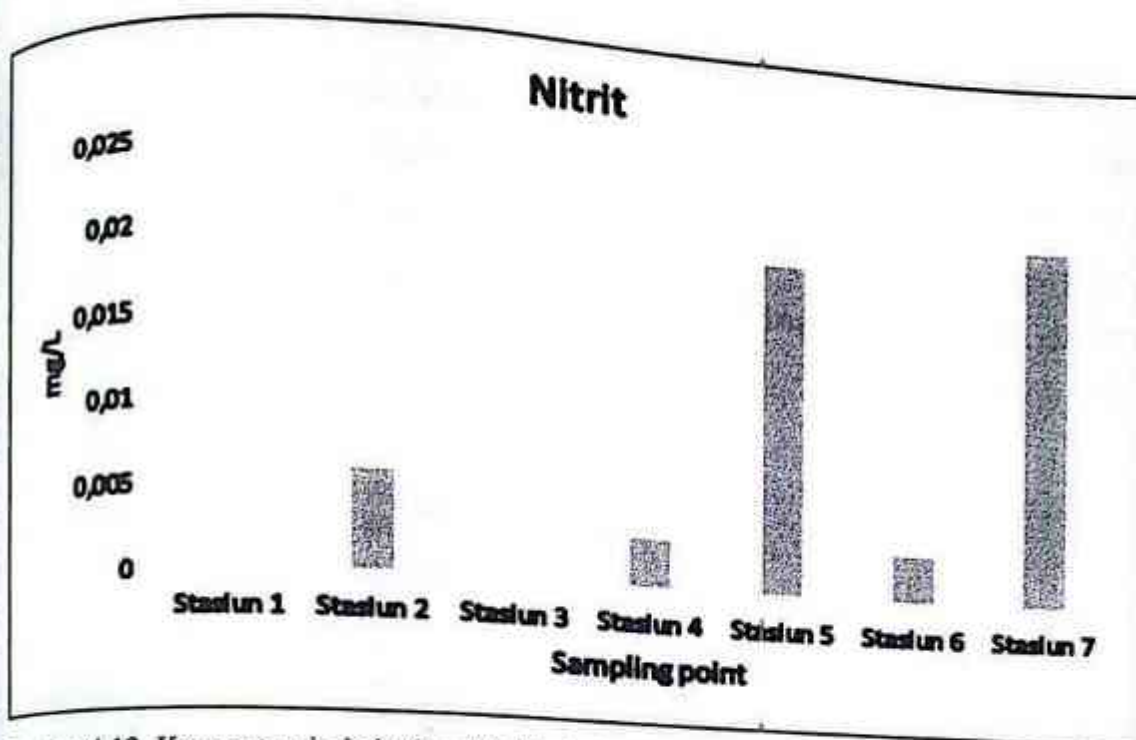


Gambar 4.11 Konsentrasi COD (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

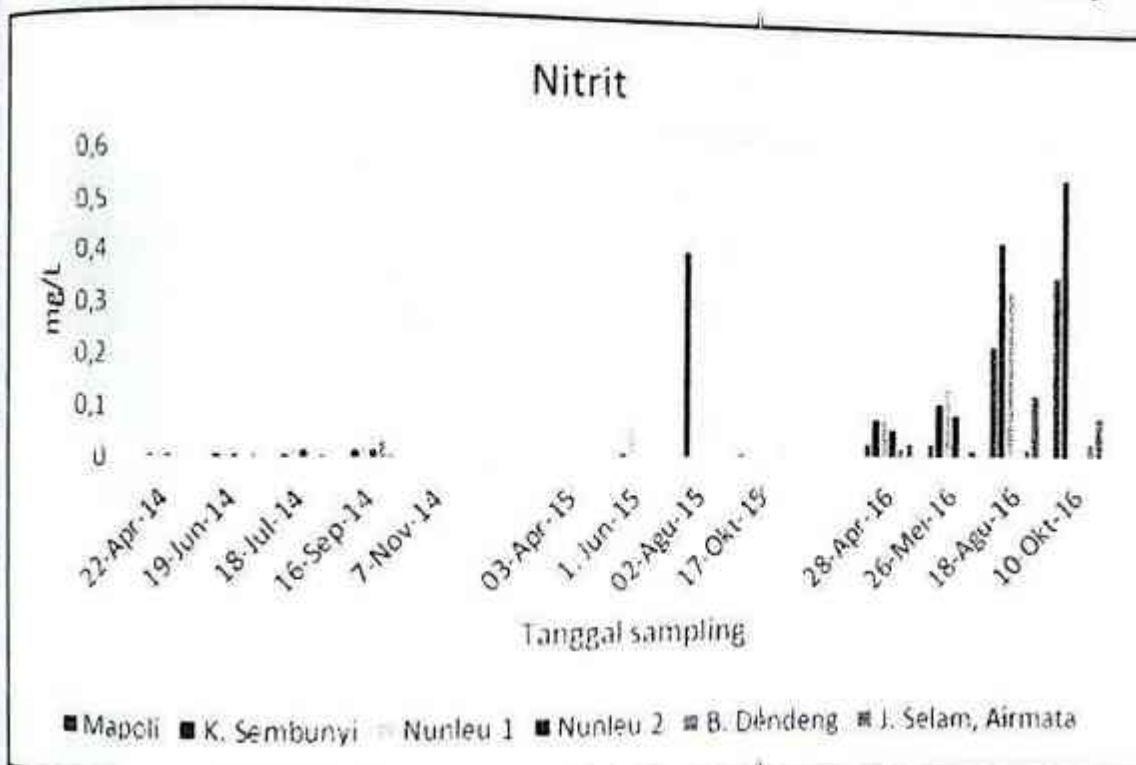
4.2.7 Nitrit

Senyawaan nitrogen di perairan dapat berbentuk gas nitrogen (N_2), amonia terlarut (NH_3), nitrit, nitrat, senyawa amonium, dan senyawa bentuk lain. Senyawa nitrogen umumnya berasal dari limbah pertanian, pemukiman, dan industri. Senyawaan nitrogen tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Pada saat kadar oksigen rendah, nitrogen akan bergerak menuju amonia, sedangkan saat kadar oksigen tinggi, nitrogen akan bergerak menuju nitrat (Hutagalung & Rozak 1997). Ammonia merupakan produk utama dari penguraian limbah nitrogen organik (protein dan urea) yang keberadaannya menunjukkan terjadinya pencemaran oleh senyawa tersebut (Manahan 2005). Nitrit merupakan bagian dari senyawa nitrogen yang mengalami proses reduksi. Keberadaan senyawa nitrogen yang tinggi dalam perairan mengindikasikan tingginya nutrient yang kelak dapat menyebabkan eutrofikasi. Untuk itu konsentrasi senyawa nitrogen perlu diatur sehingga tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Konsentrasi nitrit yang sampling pada 7 stasiun di Sub DAS Kali Dendeng berkisar antara 0,003 – 0,24 mg/L. Konsentrasi ini masih dibawah baku mutu kelas II yang ditetapkan menurut PP No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,06 mg/L. Namun pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah selama periode 2014 – 2016 di enam lokasi menunjukkan bahwa untuk tahun 2016 konsentrasi nitrit di sebagian besar lokasi sampling telah melebihi ambang batas yang ditetapkan untuk air yang diperuntukan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut; Kondisi ini menjadi peringatan bagi semua pemerintah dan stakeholder yang berada di sekitar Sub DAS Kali Dendeng. Keberadaan nitrit (NO_2) menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah. Kadar nitrit di perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Di perairan alami, kadar nitrit sekitar 0,001 mg/liter dan tidak melebihi 0,06 mg/liter. Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/liter dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif.



Gambar 4.12 Konsentrasi nitrit (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

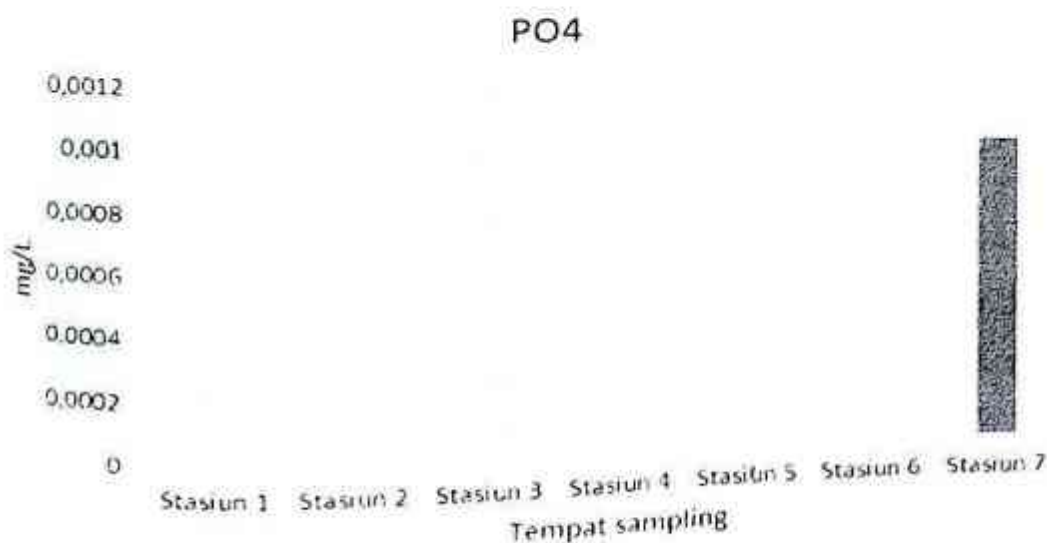


Gambar 4.13 Konsentrasi nitrit (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

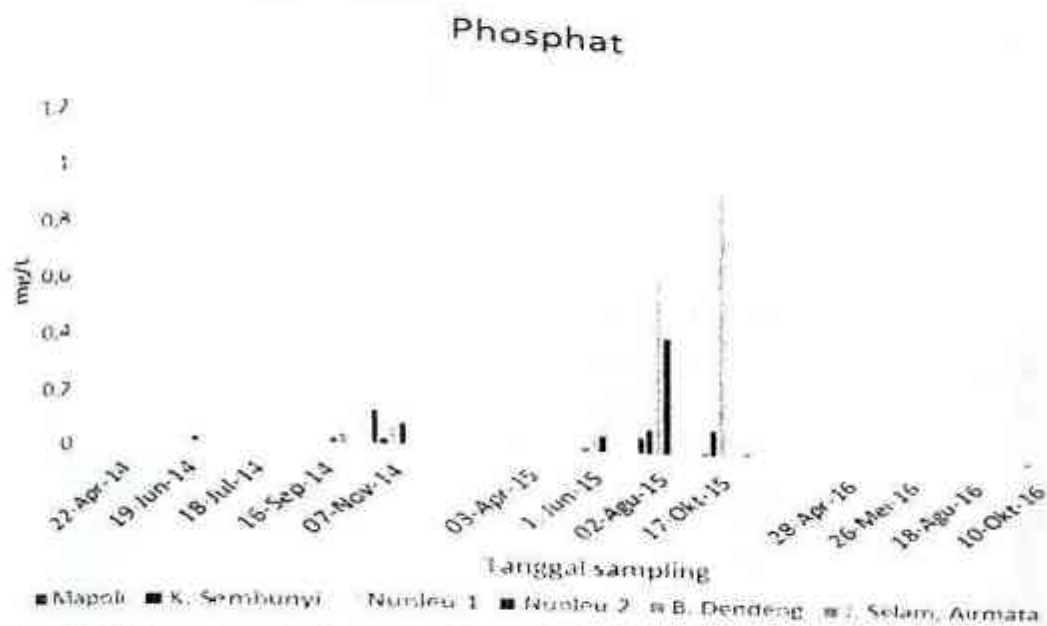
4.2.8 Phosphat

Senyawa fosfat pada badan air dapat berasal dari erosi tanah, buangan dari hewan, dan lapukan tumbuhan), limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik. Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena *eutrofikasi*. Untuk mencegah terjadinya eutrofikasi, air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan fosfat sampai pada nilai tertentu (baku mutu efluen 2 mg/l).

Gambar 4.14 memperlihatkan hasil pengukuran terhadap kadar fosfat pada 7 titik sampling. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar fosfat di Sub DAS Kali Dendeng berada di sekitar 0 – 0,001 mg/L. Pada Stasiun 1 sampai dengan 6 konsentrasi phosphat tidak terdeteksi. Konsentrasi phosphat terdeteksi 0,001 mg/L pada Stasiun 7. Konsentrasi ini masih dibawah limit yang ditetapkan menurut standar baku mutu PP. No.82 Tahun 2001. Hasil pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT menunjukkan bahwa konsentrasi phosphat pada sampel yang diambil pada tahun 2015 di Nunleu 1 dan Nunleu melampau baku mutu yang ditetapkan. Tingginya konsentrasi fosfat dapat menyebabkan eutrofikasi, untuk itu perlu dilakukan usaha untuk mengurangi konsentrasi phosphat di perairan sub DAS Kali Dendeng.



Gambar 4.14 Konsentrasi phosphat (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng



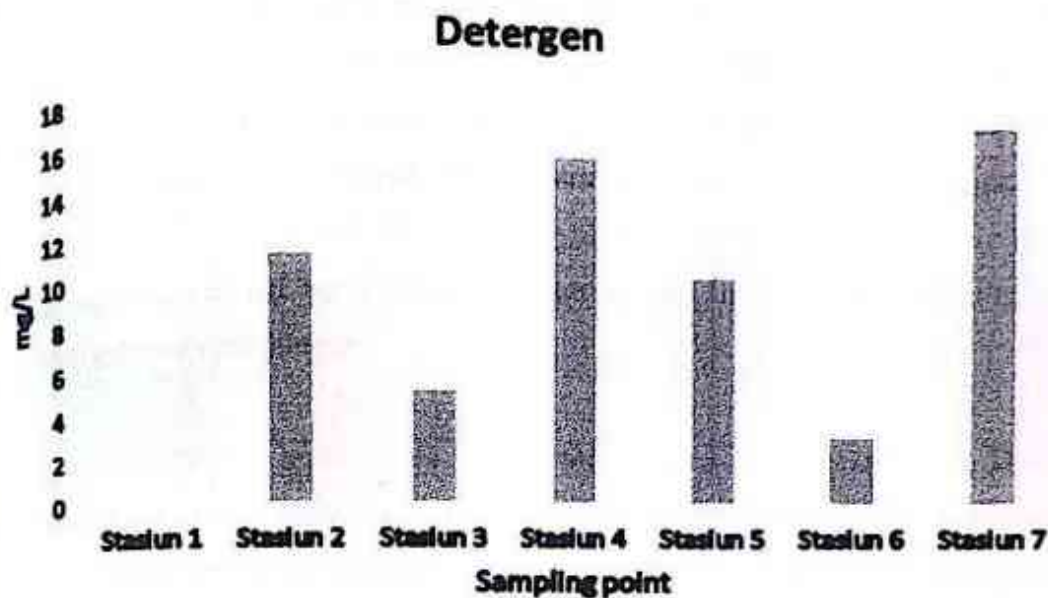
Gambar 4.15 Konsentrasi phosphat (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

4.2.9 Detergen

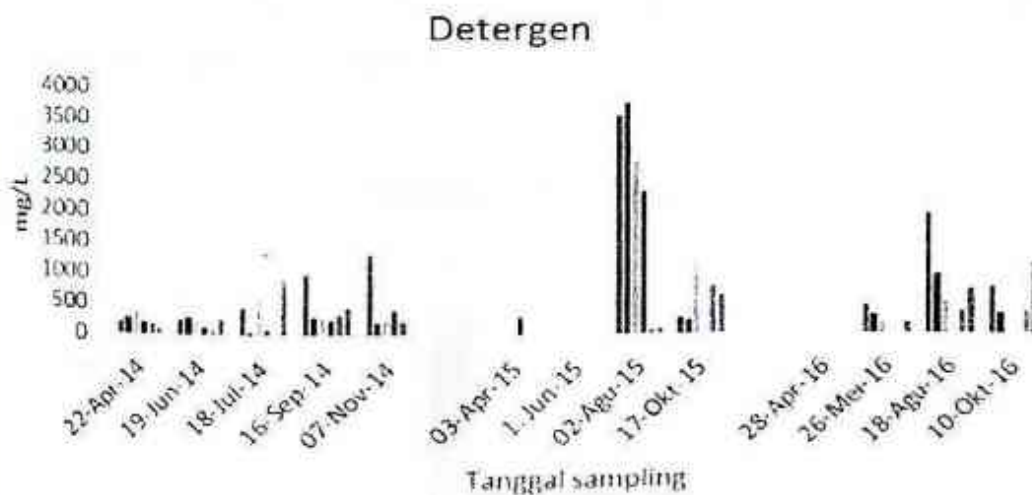
Detergen biasanya digunakan sebagai bahan pencuci atau bahan pembersih termasuk sabun pencuci piring dan cairan pembersih. Detergen berfungsi sebagai penghilang kotoran baik berupa minyak maupun lemak dengan cara mengemulsi minyak lemak dan gemuk tersebut. Bahan-bahan penyusun detergen umumnya terdiri atas surfaktan, builder, filler dan zat aditif yang keberadaannya di lingkungan yang melampaui ambang batas dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Dampak detergen yang sangat populer adalah terjadinya proses eutrofikasi. Selain itu limbah detergen yang menumpuk di dalam tubuh dapat menyebabkan kanker.

Hasil analisa kadar detergen pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng memperlihatkan bahwa konsentrasi detergen 0 – 17 $\mu\text{g/L}$ (Gambar 4.14). Konsentrasi tertinggi berada pada Stasiun 7 di Kali Bakunase sedangkan yang terendah di stasiun 1 di Kali Biknoi. Konsentrasi ini masih dibawah baku mutu yang ditetapkan menurut PP No. 82 Tahun 2001 yaitu 200 $\mu\text{g/L}$. Namun, hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT menunjukkan bahwa konsentrasi detergen di

sebagian besar titik sampel melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu 100 $\mu\text{g/L}$ (Gambar 4.15).



Gambar 4.16 Konsentrasi detergen (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng



Gambar 4.17 Konsentrasi detergen (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

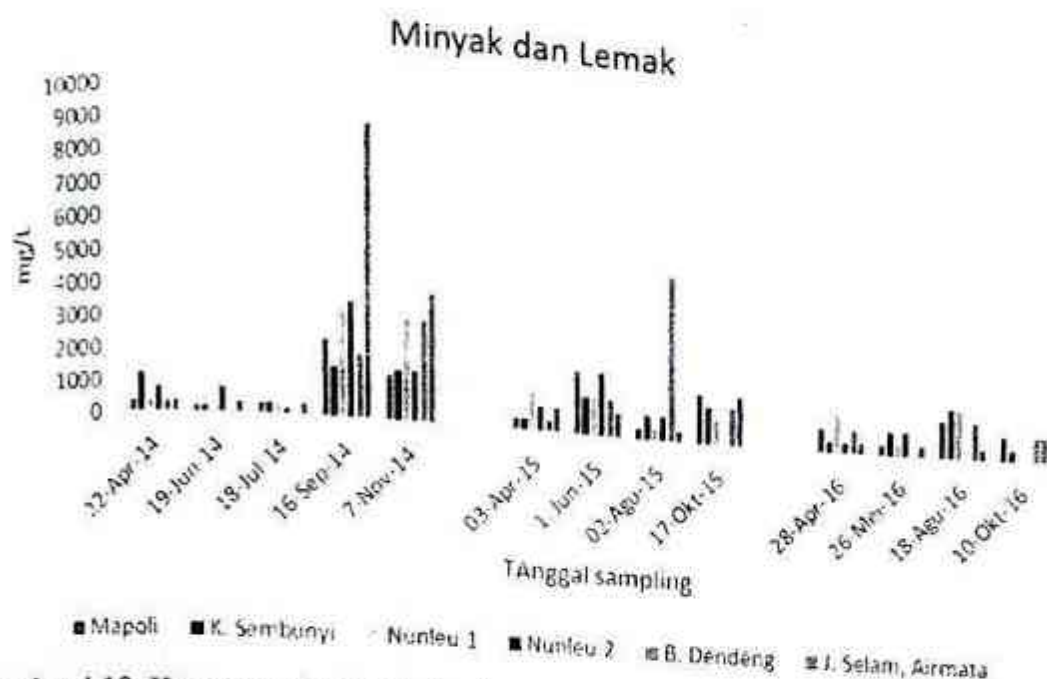
4.2.10 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan komponen yang berasal dari bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Minyak dan lemak membentuk ester dan alcohol dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan lingkungan perairan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menuruk. Untuk air sungai kadar maksimum minyak dan lemak 600 $\mu\text{g/l}$. Minyak dapat sampai ke saluran air limbah, sebagian besar minyak ini mengapung di dalam air limbah, akan tetapi ada juga yang mengendap terbawa oleh lumpur.

Konsentrasi minyak dan lemak pada 7 titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng berada pada kisaran 0 – 2000 $\mu\text{g/L}$ (Gambar 4.18). Konsentrasi tertinggi berada pada Stasiun 3 di Kali Sembunyi sedangkan yang terendah di Stasiun 6 di Bendungan Kali Dendeng. Untuk stasiun 2 dan 3 konsentrasinya sudah melebihi ambang baku mutu yang ditetapkan menurut PP No. 82 Tahun 2001 yaitu 1000 $\mu\text{g/L}$. Hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT menunjukkan bahwa konsentrasi minyak dan lemak di sebagian besar titik sampel melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu 1000 $\mu\text{g/L}$ (Gambar 4.19).



Gambar 4.18 Konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) di tujuh titik sampel di sub DAS Kali Dendeng



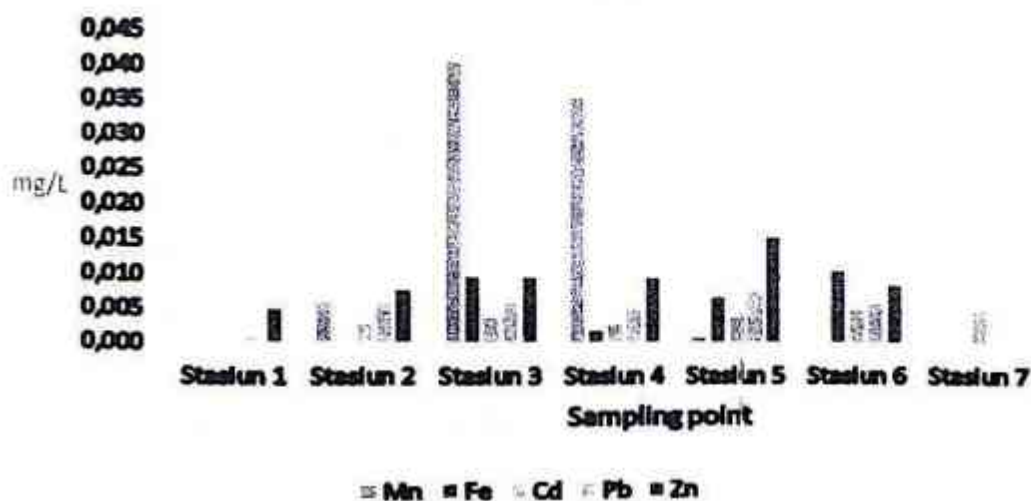
Gambar 4.19 Konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

4.2.11 Logam Berat

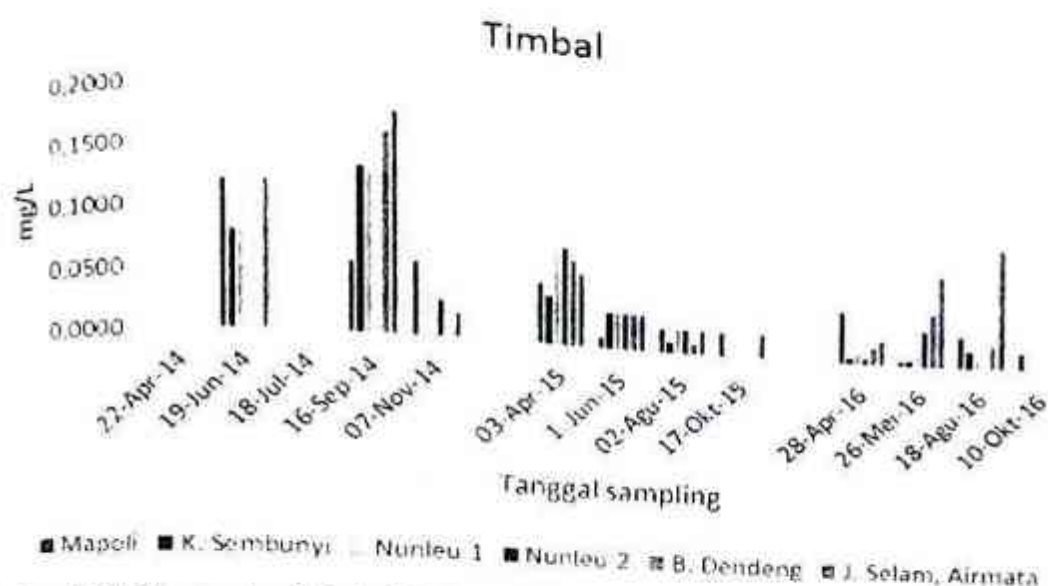
Logam berat (heavy metal atau trace metal) merupakan istilah yang digunakan untuk menamai kelompok metal dan metalloid dengan berat jenis lebih besar dari 5 g/cm³. Namun, pada kenyataannya, unsur-unsur metalloid yang mempunyai sifat berbahaya juga dimasukkan ke dalam kelompok tersebut. Dengan demikian, yang termasuk ke dalam kriteria logam berat saat ini mencapai lebih kurang 40 jenis unsur. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain sebagainya. Jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, logam ini bersifat toksik walaupun pada konsentrasi rendah, dan keberadaannya dalam lingkungan perairan telah menjadi permasalahan lingkungan hidup. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan sistem bioakumulasi, yakni peningkatan konsentrasi unsur logam tersebut dalam tubuh makhluk hidup mengikuti tingkatan dalam rantai makanan. Akumulasi konsentrasi logam berat di alam mengakibatkan konsentrasi logam berat di tubuh manusia menjadi tinggi, karena

jumlah logam berat yang terakumulasi lebih cepat dibandingkan dengan jumlah yang terakresi/terdegradasi.

Hasil analisa konsentrasi logam berat (Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn) pada 7 Stasiun di Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa semua konsentrasi masih di bawah ambang batas yang ditetapkan menurut PP. No 82. Tahun 2001. Secara berturut turut, konsentrasi Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn berkisar antara 0,001 – 0,041 mg/L; 0,002 – 0,011 mg/L; 0,003 – 0,005 mg/L; 0,001 – 0,008 mg/L; 0,005 – 0,016 mg/L. Kondisi ini menunjukkan bahwa Sub DAS Kali Dendeng masih belum mengalami pencemaran yang diakibatkan oleh keberadaan logam berat (Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn). Namun hasil pemantauan terhadap logam timbal (Pb) yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT memperlihatkan bahwa kadar timbal di beberapa stasiun telah melebihi baku mutu. Hal ini perlu mendapat perhatian serius dari seluruh stakeholder karena pencemaran yang disebabkan oleh timbal dapat mengakibatkan dampak negatif bagi kesehatan.



Gambar 4.20 Konsentrasi logam berat (mg/L) di tujuh titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng

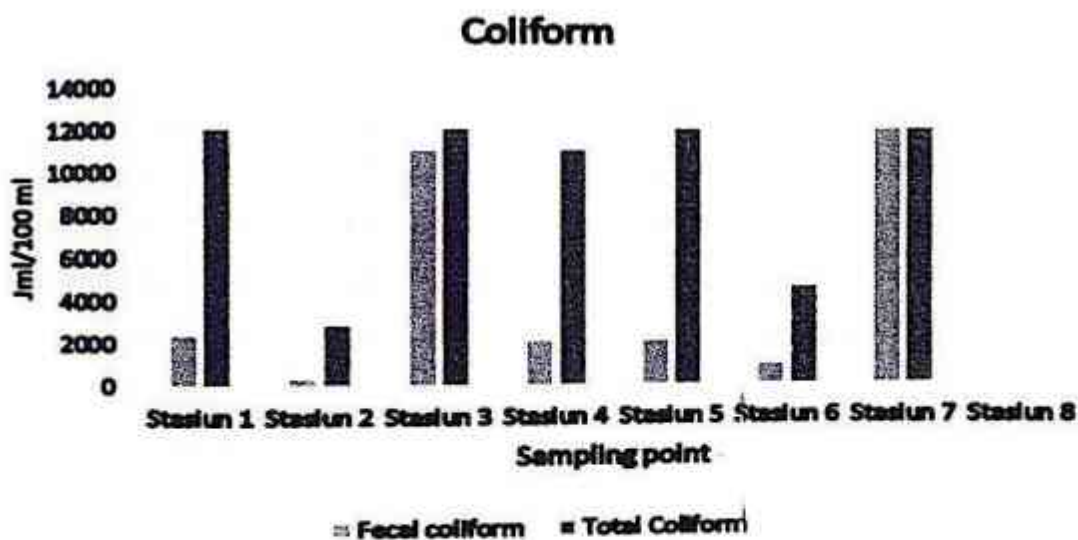


Gambar 4.21 Konsentrasi timbal (Pb) (mg/L) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

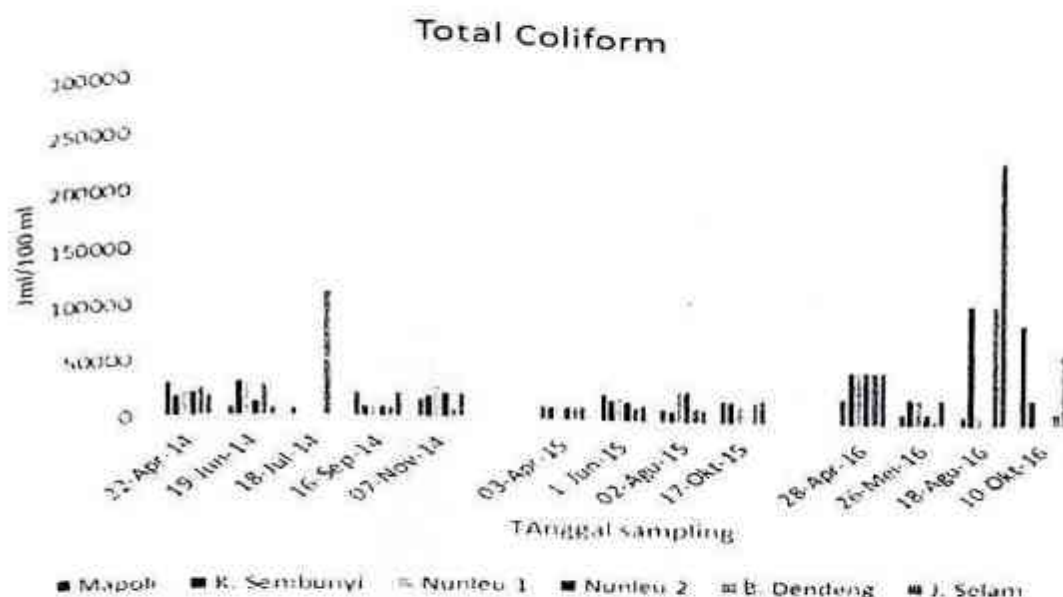
4.2.12 Coliform

Bakteri fekal coliform dan total coliform dipakai sebagai indikator bagi adanya pencemaran bakteri patogen karena jumlah koloni bakterinya menunjukkan hasil yang mempunyai korelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi coliform jauh lebih murah, cepat, dan sederhana daripada mendeteksi bakteri patogenik lain. Contoh bakteri coliform adalah, *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Oleh karena itu bakteri coliform digunakan juga sebagai indikator kualitas air. Kualitas air dikatakan baik apabila bakteri Coliform yang ada di air berjumlah sedikit. Terdapatnya bakteri coliform dalam air minum dapat menjadi indikasi kemungkinan besar adanya organisme patogen lainnya. Bakteri coliform dibedakan menjadi dua jenis, yaitu faecal coliform dan non-faecal coliform. *E. coli* adalah bagian dari faecal coliform. Keberadaan *E. coli* dalam air dapat menjadi indikator adanya pencemaran air oleh tinja. *E. coli* digunakan sebagai indikator pemeriksaan kualitas bakteriologis secara universal karena bakteri tersebut sangat mudah ditemukan pada saluran pencernaan manusia, pengukurannya mudah dengan sensitivitas yang tinggi, dan menjadi berbahaya apabila ditemukan dalam suatu badan air karena ada kemungkinan bakteri enterik patogen lainnya yang ditemukan bersama sama *E. Coli*.

Analisis terhadap bakteri coliform pada 7 Stasiun yang disampling di Sub DAS Kali Dendeng menunjukkan bahwa konsentrasi faecal coliformnya berkisar antara 350 – 12.000 jml/100 ml sedangkan untuk total coliformnya adalah 2.900 – 12.000 jml/100 ml. Hasil pengukuran tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar air yang disampling bakteri coliformnya telah melebihi ambang batas menurut PP. No 82 Tahun 2001 yaitu 1000 jml/100 ml. Hasil ini mengindikasikan bahwa air sungai pada Sub DAS Kali Dendeng telah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh tingginya bakteri pathogen. Pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTT tahun 2014 – 2016 memperlihatkan bahwa bakteri coliform di 6 stasiun yang disampling telah melebihi baku mutu. Hal ini perlu mendapat perhatian serius dari seluruh stakeholder.



Gambar 4.22 Jumlah bakteri coliform (Jml/100 ml) di tujuh titik sampel di sub DAS Kali Dendeng



Gambar 4.23 Total coliform (Jml/100 ml) di enam titik sampel di Sub DAS Kali Dendeng yang disampling selama tahun 2014 -2016 (Data bersumber pada Laporan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Prov. NTT)

4.3 Analisa Status Kualitas Air di Sub DAS Kali Dendeng

Penentuan status kualitas air di Sub DAS Kali Dendeng menggunakan metode STORET. Indeks Storet dapat memberikan gambaran secara menyeluruh tentang kondisi umum kualitas airdi sub DAS Kali Dendeng. Dalam metode ini data parameter fisika dan kimia air hasil pengamatan dari nilai rata rata, maksimum dan minimum dari setiap parameter dibandingkan dengan baku mutu air kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001. Nilai yang diperoleh diberikan skor sesuai dengan tingkat pencemarannya sehingga baik buruknya kualitas perairan dapat diketahui dengan melihat parameter-parameter apa saja yang tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Tabel 4.1 memeperlihatkan hasil evaluasi kualitas air di sub DAS Kali Dendeng dengan menggunakan metode STORET.

Tabel 4.1 Status mutu air sub DAS Kali Dendeng dengan menggunakan sistem nilai STORET

Parameter	Unit	Baku mutu	Hasil Pengukuran			Skor
			Max	Min	Average	
pH		6 - 9	7,9	7,1	7,47	0
TDS	mg/L	1000	333	189	248	0
DO	mg/L	4	7,6	4,2	5,39	0
BOD	mg/L	3	6,3	1,5	4,59	-16
COD	mg/L	25	12,1	2,52	8,18	0
TSS	mg/L	50	15	1	7,14	0
Cd	mg/L	0,01	0,007	0,003	0,004	0
Cu	mg/L	0,02	0,008	0,001	0,005	0
Zn	mg/L	0,05	1,5	0,005	0,0096	-4
Minyak dan Lemak	µg/L	1000	2000	0	714	-4
Detergen	µg/L	200	16,9	3,076	10,29	0
PO ₄	mg/L	0,2	0,001	0,001	0,001	0
NO ₂	mg/L	0,06	0,024	0,003	0,011	0
Jumlah skor						-24

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa kondisi kualitas air di sub DAS Kali Dendeng yang peruntukan sebagai kelas II yaitu dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut termasuk dalam kondisi sedang dan diklasifikasikan tercemar sedang dengan nilai indeks STORET -24. Berdasarkan hasil menggunakan metode STORET terlihat bahwa kontribusi terbesar pada pencemaran di sub DAS Kali Dendeng adalah parameter BOD.

4.4 Beban Pencemar

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Beban pencemaran di Sub DAS Kali Dendeng bersumber dari limbah domestik, limbah industri kecil, limbah peternakan. Sumber pencemar utama di Sub DAS Kali Dendeng berasal dari limbah domestik berasal dari masyarakat yang tinggal di sepanjang Kali Dendeng, sampah, dan detergen dan juga limbah industri kecil seperti pabrik tahu/tempe yang berada di sekitar bantaran Kali Dendeng. Perhitungan beban pencemaran dari limbah domestik yang dibuang ke sub DAS Kali Dendeng, didasarkan

atas hasil kuesioner pembuangan air limbah rumah tangga di sepanjang sisi kiri-kanan Kali Dendeng dan jumlah penduduk yang bertempat tinggal dalam zona lebih kurang 500 meter dari Kali Dendeng. Berdasarkan data hasil olahan dari BALITBANGDA Kota Kupang jumlah penduduk yang tinggal dalam zona lebih kurang 500 meter dari Kali Dendeng adalah 1851 orang. Hasil kuesioner yang dilakukan pada bulan Juli sampai dengan September terhadap 61 responden di 12 Kelurahan yang tinggal pada bantaran sungai di Sub DAS Kali Dendeng didapatkan data yang digunakan untuk menghitung beban pencemar yang berasal dari limbah domestik. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sebanyak 63,6% (42 responden) membuang air limbah domestik langsung ke sungai dan ke tanah terbuka tanpa melalui pengolahan. Dengan demikian, persentase pembuangan limbah domestik ke Sub DAS Kali Dendeng ini yang dipakai untuk perhitungan adalah 63,6% dari jumlah penduduk di sempadan sungai Sub DAS Kali Dendeng. Jumlah pemakaian air yang digunakan adalah 60 liter/orang/hari, sedangkan jumlah air buangan adalah 80% pemakaian air.

Jumlah air buangan = 80% pemakaian air

$$= 80\% \times 60 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 48 \text{ liter/orang/hari}$$

Menurut Salim (2002), beban pencemaran domestik untuk setiap orang di Indonesia diperkirakan akan mengeluarkan BOD sebesar 25 g/orang/hari dan COD sebesar 57 g/orang/hari. Berdasarkan beban BOD dan COD tersebut maka,

$$\text{Konsentrasi BOD} = 520,83 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi COD} = 1187,50 \text{ mg/L}$$

$$\text{Jumlah penduduk di radius 500 m di Sub DAS Kali Dendeng} = 1851 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk yang membuang limbah} &= 63,6\% \times 1851 \text{ orang} \\ &= 1178 \text{ orang} \end{aligned}$$

Dengan demikian beban pencemaran di sub DAS Kali Dendeng bersumber limbah domestik untuk parameter pencemar BOD dan COD adalah :

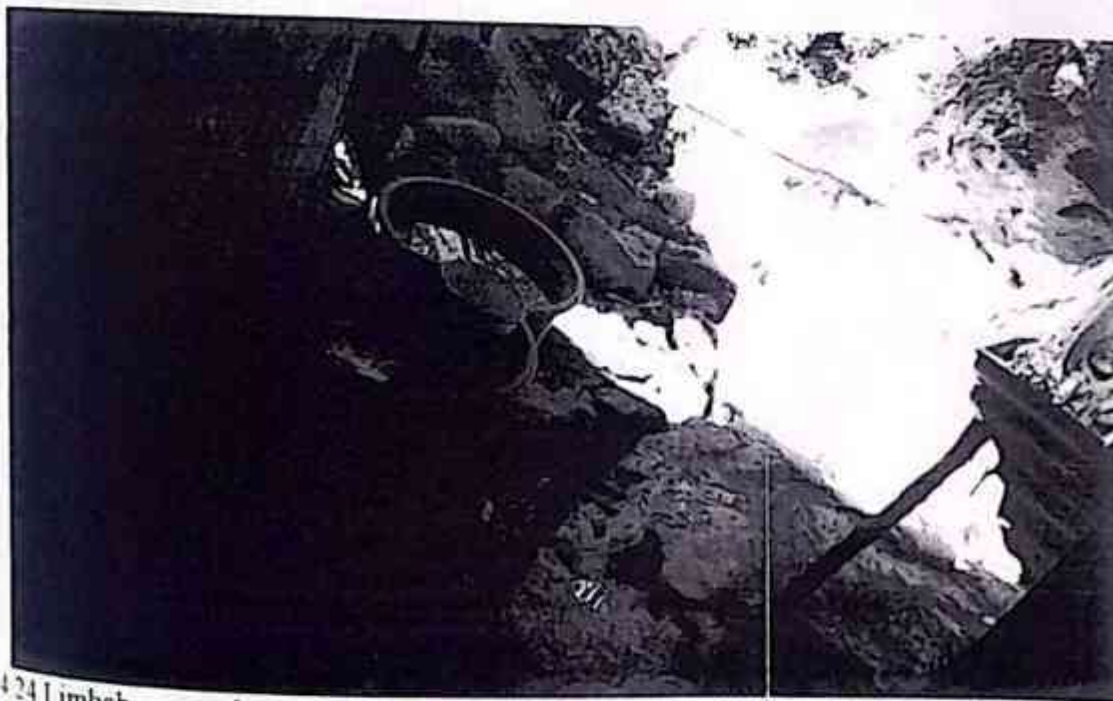
$$\begin{aligned} \text{Beban BOD} &= 1178 \text{ orang} \times 25 \text{ g/orang/hari} \\ &= 29.448 \text{ g/hari } 29,448 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban COD} &= 1178 \text{ orang} \times 57 \text{ g/orang/hari} \\ &= 67.140 \text{ g/hari } 67,140 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

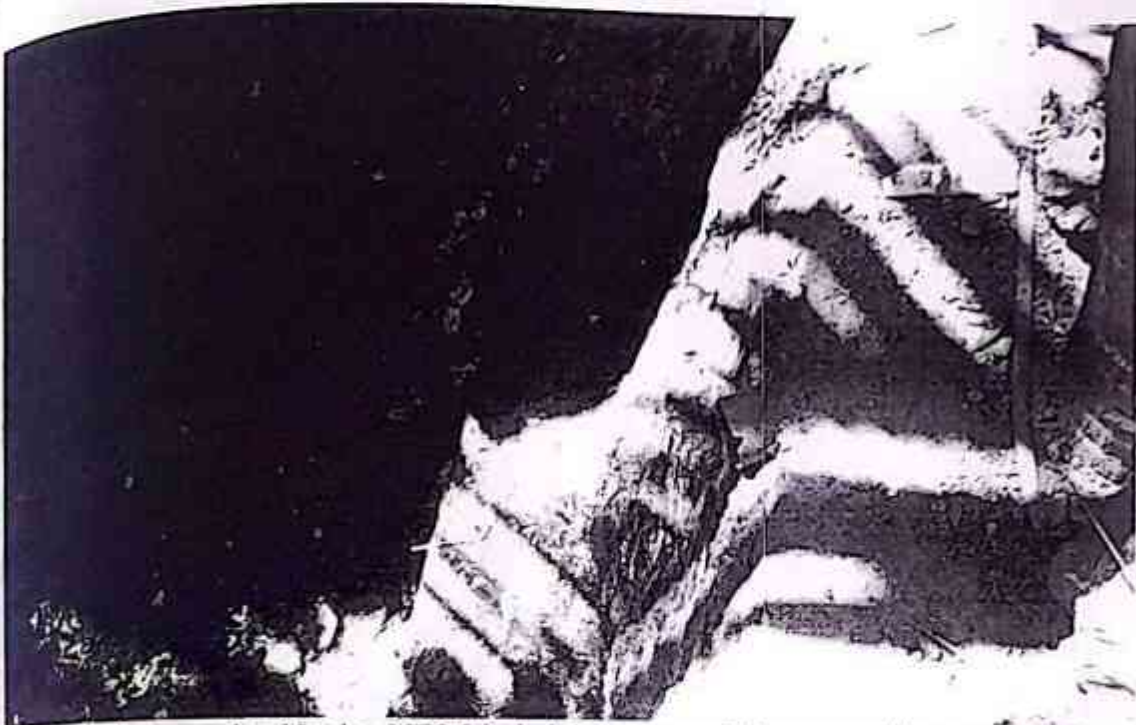
$$\begin{aligned}\text{Jumlah air buangan} &= 1178 \text{ orang} \times 48 \text{ L/orang/hari} \\ &= 56.540 \text{ liter/hari} \quad 56,540 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Beban pencemaran BOD dan COD di atas baru bersumber dari limbah domestik. Beban pencemar yang berasal dari industri kecil dan peternakan tidak dapat dihitung karena tidak tersedianya data yang akurat tentang jumlah industri kecil dan peternak yang tinggal di Dendeng.

Umumnya sumber pencemar di Sub DAS Kali Dendeng berasal dari limbah domestik, limbah industri kecil terutama industri pengolahan tahu/tempe dan juga limbah peternakan terutama peternakan babi. Ketiga sumber pencemar ini ditemui di dua belas kelurahan yang bantaran Sub DAS Kali Dendeng. Selain itu pencemaran di Sub DAS Kali Dendeng disebabkan juga oleh perubahan lingkungan dimana hutan lindung sebagai daerah tangkapan air telah berubah fungsi menjadi perumahan. Gambar-gambar berikut memperlihatkan sumber sumber pencemar di beberapa kelurahan yang ada di Kali Dendeng.



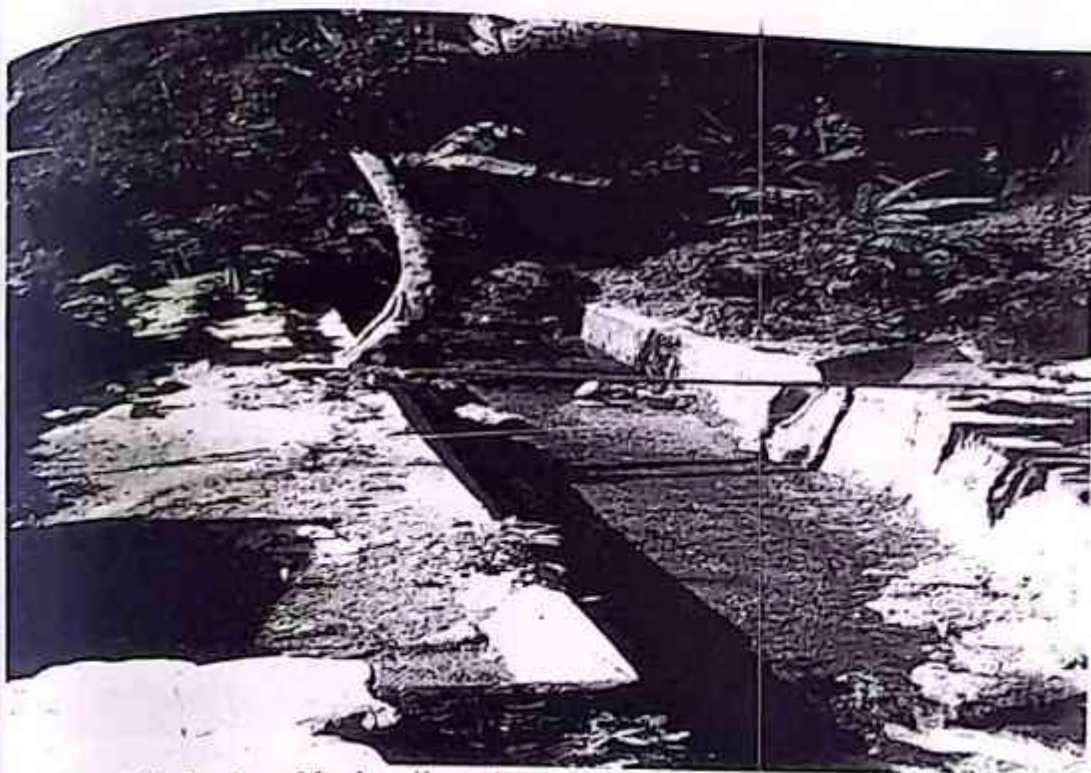
4.24 Limbah responden Nunleu NE1 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali



4.25 Limbah responden Nunleu NE2 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali



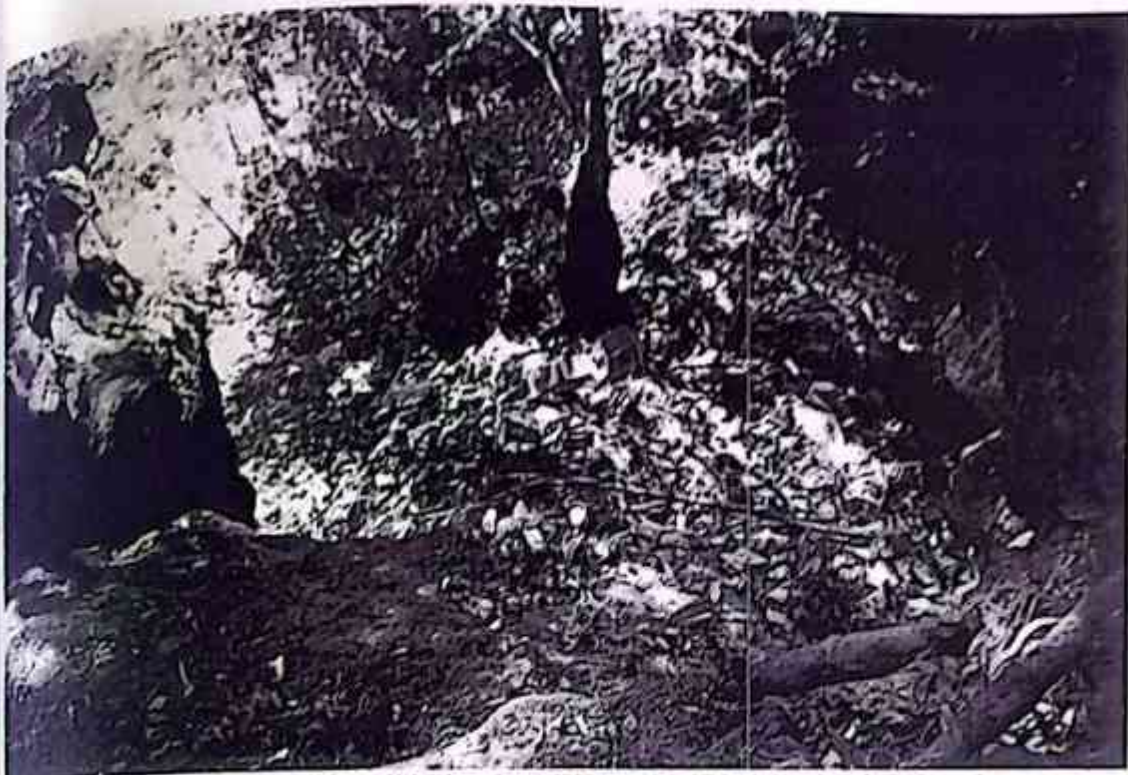
4.26 Limbah responden Nunleu NE3 Limbah kamar mandi langsung dibuang ke kali



427 Mata air Kelurahan Nunleu digunakan masyarakat



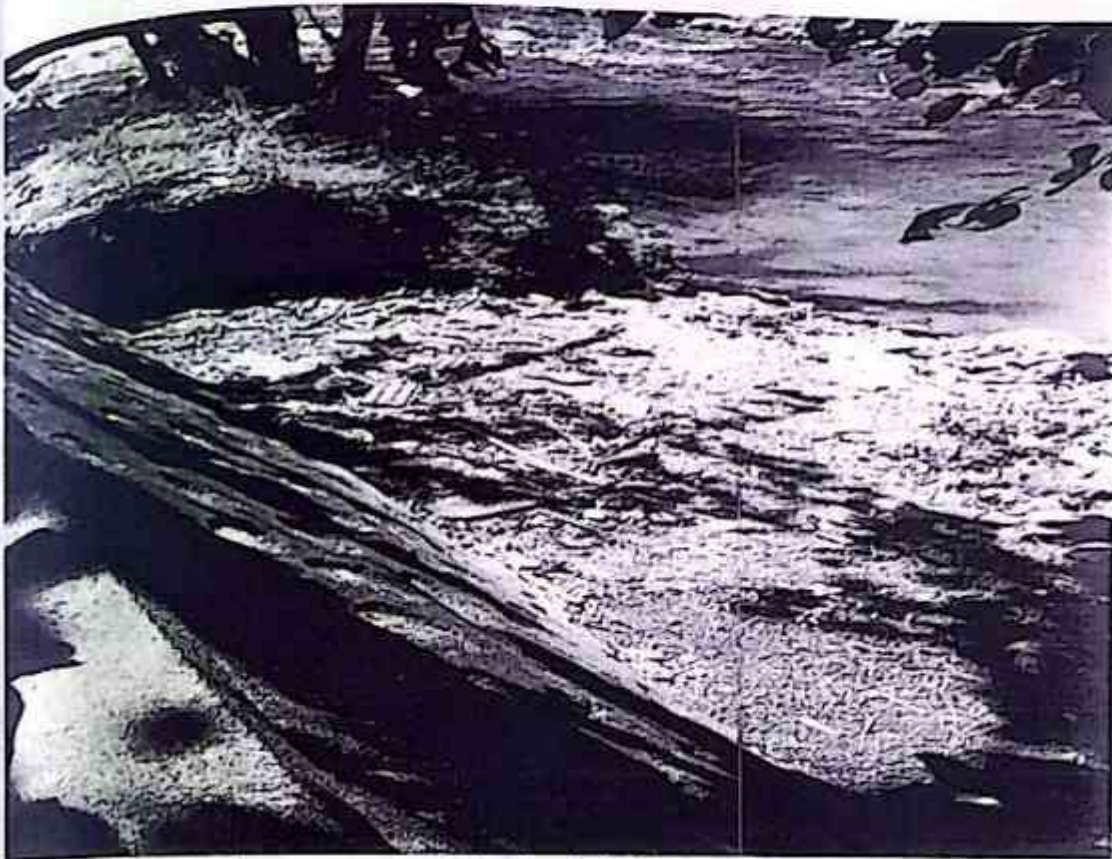
428 Tempat cuci piring responden Fontein FE 1 posisi di tepi kali dendeng



429 Tempat sampah responden di kelurahan Mantasi MEI .Masyarakat membuang sampah dipinggir kali karena selain alasan dekat juga karena di Kelurahan tsb tidak ada TPS



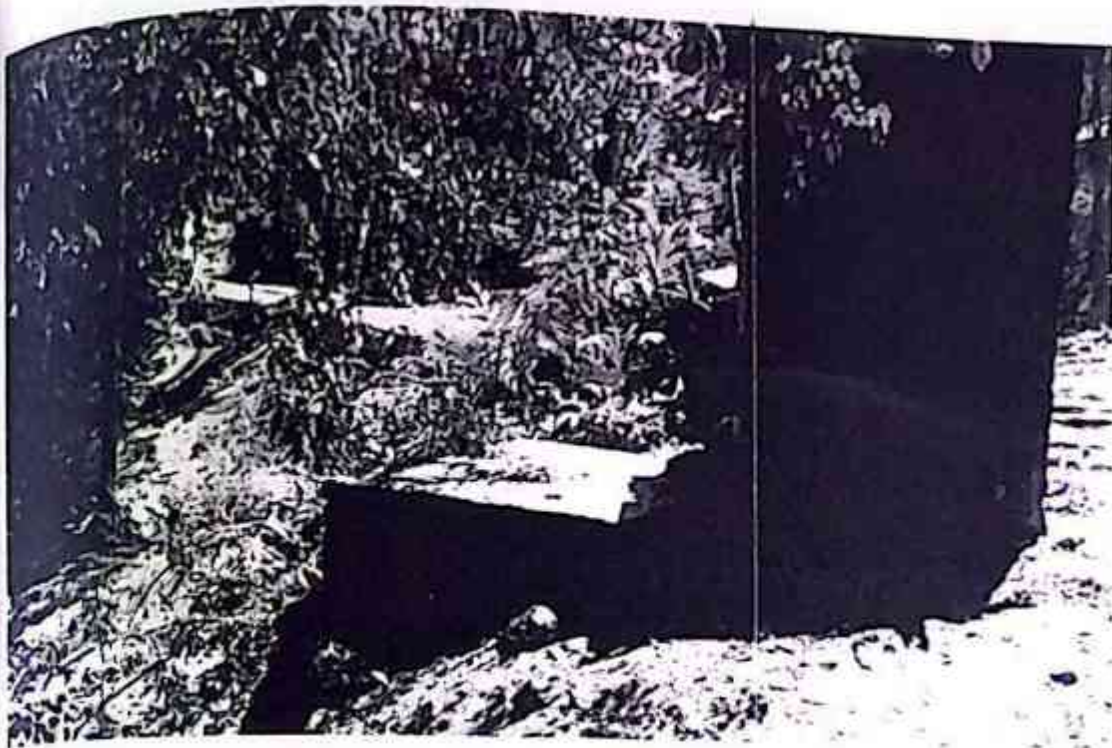
430 Foto tempat cuci piring responden Kelurahan Airmata



431 Foto tempat pembuangan sampah di pinggir kali responden Kelurahan Airmata



432 Kamar mandi, tempat cuci piring dan kandang babi responden Kelurahan Manulai



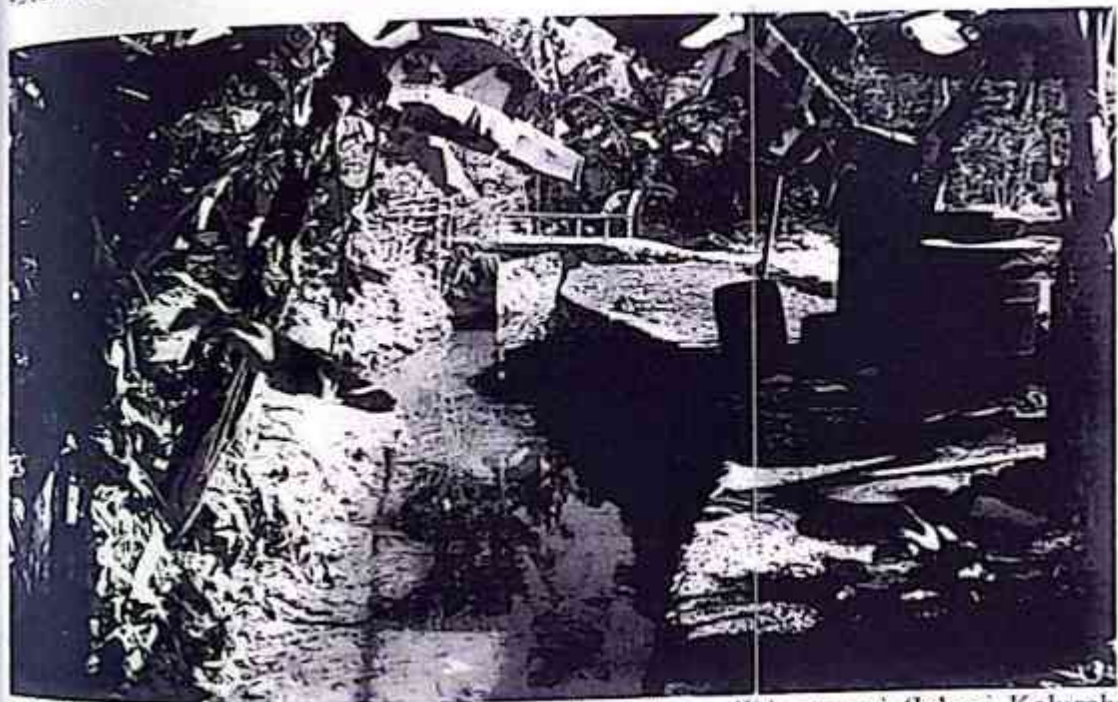
433 WC responden Kelurahan Airmona AE2, di pinggir kali



434 Kamar mandi responden Kelurahan Airmona AE2, air limbah ditampung di lubang



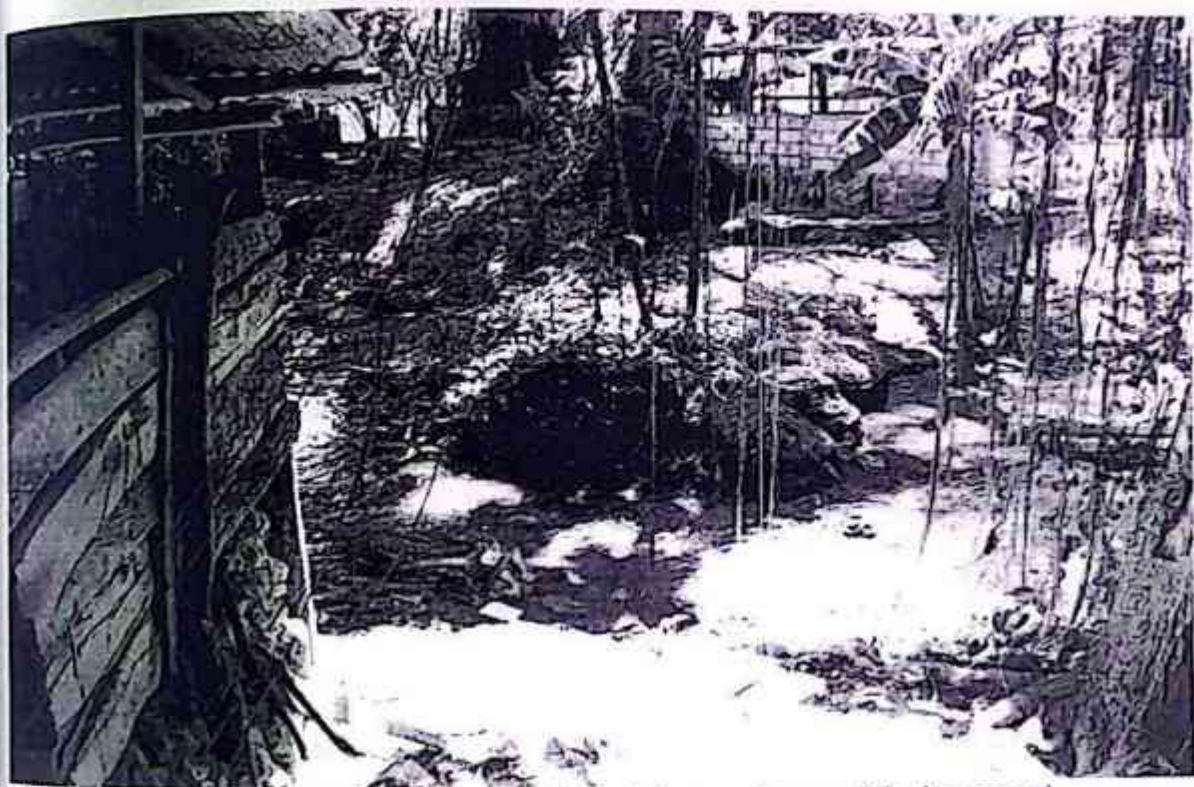
35. Proses mencuci di lokasi dekat Bendung Dendeng Kelurahan Fontein.



36 Industri tahu yang diduga membuang limbahnya di air sungai (lokasi Kelurahan Bakunase)



437 Sampah yang dibuang di Bantaran Kali (Lokasi Kelurahan Bakunase).



438 Kandang babi yang diduga membuang limbah kotoran hewan di badan sungai (Lokasi Kelurahan Bakunase).

4.5 Perilaku Masyarakat dalam Membuang Air Limbah dan Memanfaatkan Sumberdaya Air.

Manusia sebagai makhluk hidup dilengkapi dengan akal dan pikiran yang berfungsi untuk mengontrol dan mengendalikan perilakunya agar sesuai dengan yang dikehendakinya. Penelitian ini membagi bentuk operasional perilaku ini dalam tiga jenis sebagaimana yang dikemukakan oleh Soekidjo Notoatmojo (1985) dalam Hakim (2004) yaitu : (a). perilaku dalam bentuk pengetahuan ; (b) perilaku dalam bentuk sikap dan (c). perilaku dalam bentuk tindakan.

a. Pengetahuan Responden tentang Air Limbah Domestik

Pengetahuan responden tentang air limbah domestik dilihat dari pengetahuannya tentang keberadaan UU No. 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hasil survey menunjukkan bahwa 61 % responden tidak pernah mendengar UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hanya sekitar 39 % responden yang mengetahui tentang adanya UU. No 32 Tahun 2009. Namun dari 39% responden yang tahu tentang adanya UU No.32 Tahun 2009, sekitar 75% nya tidak mengetahui isi dari Undang Undang tersebut. Aturan tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air juga belum banyak diketahui oleh responden. Padahal pemerintah telah menetapkan baku mutu air melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Sebagian besar responden (83%) mendefinisikan air limbah domestik sebagai air buangan yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. 17% Responden menyatakan bahwa air buangan yang berasal dari buangan kamar mandi, buangan dapur dan buangan cuci merupakan air limbah domestik. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan responden tentang definisi air limbah rumah tangga sudah baik.

b. Sikap responden

Sebagian besar responden (95% %) menyatakan tidak setuju membuang air limbah rumah tangga ke sungai. Alasan responden bersikap demikian, antara lain: (1) akan mencemari lingkungan, (2) sungai merupakan sumber daya yang penting untuk dijaga kelestariannya dan (3) sumberdaya air di Kali Dendeng digunakan juga oleh PDAM Kota Kupang untuk mendistribusikan air baku kepada konsumen.

c. Tindakan dan kebiasaan responden dalam membuang air limbah

Tindakan responden dalam penelitian ini dilihat dari cara responden membuang air limbah rumah tangga yang meliputi air buangan dari aktivitas mandi, cuci, kakus dan aktivitas di dapur. Pada umumnya responden tidak memiliki tempat pembuangan air limbah rumah tangga berupa saluran ke sungai. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan saluran ke sungai adalah saluran bersama yang menerima aliran air limbah domestik dari beberapa rumah dan diarahkan ke sungai. Responden yang posisi rumahnya berbatasan langsung dengan sungai sebagian besar langsung membuang air limbah domestiknya ke sungai tanpa melalui saluran bersama. Artinya air limbah domestik yang dihasilkan dari rumah langsung dibuang ke sungai tanpa melewati proses pengolahan terlebih dahulu. Alasan yang dikemukakan responden dalam membuang air limbah domestiknya ke sungai, antara lain: (1) dekat sungai; (2) saluran yang ada di lingkungannya alirannya sudah dirancang mengarah ke sungai; (3) tidak ada tempat lain; (4) lebih mudah dan (5) lebih cepat.

Untuk industri kecil dan peternakan, sebagian besar responden membuang air limbah tanpa diolah terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena mahalnya biaya treatment limbah cair. Adapun responden yang punya kepedulian untuk menjaga sumberdaya air dengan cara menampung air limbah tahu pada kolam penampung sebelum dibuang ke badan sungai. Gambar 4.39 memperlihatkan kolam penampungan air limbah yang dibuat oleh responden di Kelurahan Airmona. Air yang ada pada kolam penampung ini seharusnya ditreatment lebih lanjut sebelum dibuang ke badan sungai. Namun, karena keterbatasan dana, air limbah yang ada di kolam penampung tidak mengalami proses treatment lebih lanjut. Air limbah ini hanya ditampung dan sebagian hanya dibiarkan ter evaporasi. Setelah air limbah yang kaya akan nutrient ini penuh, kotorannya diangkut dari kolam dan dibiarkan kering udara. Sedimen dari kolam penampung yang kaya akan nutrient digunakan kembali oleh petani sekitar sebagai pupuk. Pengelolaan limbah tahu yang sederhana ini disebabkan karena mahalnya teknologi pengolahan limbah.



Gambar 4.39. Responden yang menampung air limbah pada kolam penampung.

Kehidupan manusia meliputi sisi tradisional dan modern. Perubahan terjadi karena pergeseran dari tradisional ke modern. Perubahan itu sendiri terdiri dari perubahan evolusi yang bersifat gradual dan perubahan revolusi yang bersifat drastis. Perubahan yang bersifat revolusi terjadi karena adanya inovasi sebagai dampak dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Permasalahan dari perubahan kondisi lingkungan di Sub DAS Kali Dendeng disebabkan karena tata kelola yang tidak memadai. Perubahan yang terjadi tidak bersifat lestari karena terjadi pergeseran budaya dalam mengelola lingkungan. Oleh karena itu tingkah laku masyarakat dalam memelihara kelestarian lingkungan perlu menjadi suatu budaya sehingga sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng tetap lestari walaupun ada perubahan yang terjadi.

4.6. Peran Pemerintah dan masyarakat dalam mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Kali Dendeng

Sumber daya air yang merupakan kebutuhan semua pihak, memerlukan pengelolaan. Saat ini air telah dikelola oleh berbagai stakeholder pengelolaan lingkungan termasuk pencegahan, penanggulangan kerusakan dan pencemaran serta pemulihan kualitas lingkungan telah menuntut dikembangkannya berbagai perangkat kebijakan dan program serta kegiatan yang didukung oleh sistem pendukung pengelolaan lingkungan lainnya. Sistem tersebut mencakup kemandirian kelembagaan, sumberdaya manusia dan kemitraan lingkungan, disamping perangkat hukum dan perundangah, informasi serta pendanaan. Keterkaitan dan keseluruhan aspek lingkungan telah memberi konsekuensi bahwa pengelolaan lingkungan, termasuk sistem pendukungnya tidak dapat berdiri sendiri, akan tetapi berintegrasi dengan seluruh pelaksanaan pembangunan. Pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng Kota Kupang harus dilaksanakan secara menyeluruh. Untuk itu perlu dilihat secara menyeluruh pula bagaimana visi, misi dan program Pemerintah Kota Kupang dalam rangka mewujudkan keberlanjutan pemanfaatan, pengelolaan dan perlindungan terhadap sumberdaya alam dimana salah satunya adalah Kali Dendeng.

Visi Pemerintah Kota Kupang 2018 – 2022 adalah "Terwujudnya Kota Kupang yang Layak Huni Cerdas, Mandiri, dan Sejahtera dengan Tata Kelola Bebas KKN". Yang dimaksud dengan kota layak huni adalah kota yang ketersediaan sarana dan prasarana perkotaan seperti air minum yang menjangkau seluruh penduduk, listrik yang cukup bagi kebutuhan penduduk dan transportasi yang aman bagi warga. Selain itu salah satu misi yang dikembangkan di Kota Kupang adalah mempersiapkan Kota Kupang menuju metropolitan yang berwawasan lingkungan. Untuk tujuan tersebut maka Pemerintah Kota Kupang bertekad untuk mewujudkan kuantitas dan kualitas udara, air dan tanah sesuai dengan baku mutu lingkungan. Dengan fokus utama adalah:

1. Terpenuhinya kebutuhan air baku bagi warga kota dengan cakupan 100% pada tahun 2020

2. Terbangunnya jebakan-jebakan air dan sumur resapan pada setiap rumah penduduk.
3. Menjaga kelestarian atau ketersediaan daerah konservasi, dan
4. Mempertahankan ruang terbuka hijau sebanyak 30% dari luas wilayah Kota Kupang.

Selain itu Pemerintah Kota Kupang bertekad untuk (1) meningkatkan pengelolaan sampah padat yang efektif dan bernilai ekonomi, (2) menyediakan ruang kota yang aman, produktif dan berkelanjutan, (3) memantapkan pembangunan Kota Kupang yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, (4) menyediakan sistem transportasi yang aman dan ramah lingkungan, dan (5) menyediakan sarana dan prasarana lingkungan yang memenuhi standard pelayanan minimal dimana disitu telah tersedia air bersih yang cukup dengan kualitas yang terjamin, tempat pemrosesan akhir sampah yang berkelanjutan, sistem drainase kota yang memadai, dan sistem penanganan air limbah yang terintegrasi.

Misi ini selaras dengan tujuan penyelamatan salah satu sumberdaya air yang sangat penting di Kupang yaitu Sub DAS Kali Dendeng yang merupakan salah satu dari 35 sungai penting di Indonesia. Sub DAS Kali Dendeng melewati 12 Kelurahan dan sumberdaya air yang ada di Kali Dendeng digunakan untuk mensuplai air bersih kepada masyarakat di Kota Kupang dan juga untuk keperluan lainnya. Oleh karena itu penyelamatan sumber daya air melalui pengendalian pencemaran air pada Sub DAS Kali Dendeng selaras dengan misi Pemerintah Kota Kupang terutama dalam rangka mempersiapkan Kota Kupang menuju metropolitan yang berwawasan lingkungan.

Dalam rangka mewujudkan misi tersebut, Pemerintah Kota Kupang telah menetapkan beberapa prioritas pembangunan yang berhubungan dengan pembangunan yang berkelanjutan yang dikenal dengan "Kupang Ramah Lingkungan". Untuk mewujudkan prioritas ini, Pemerintah Kota Kupang menetapkan beberapa program antara lain; (1) perencanaan tata ruang, (2) pemanfaatan ruang, (3) pengendalian pemanfaatan ruang, (4) pengembangan pemukiman yang berwawasan lingkungan, (5) pemulihan kawasan rawan bencana, (6) pengendalian pencemaran dan pengrusakan lingkungan, (7) penyediaan air

baku, (8) perlindungan dan konservasi sumberdaya alam, (9) rehabilitasi hutan Kota, (10) optimalisasi sistem pengelolaan sampah, (11) pengembangan pengelolaan air minum dan air limbah. Berdasarkan visi, misi dan program yang ada dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Kupang 2018 – 2022, terlihat bahwa Pemerintah Kota Kupang sudah memberikan perhatiannya terhadap pembangunan yang berkelanjutan dengan memperhatikan sumberdaya alam dan lingkungan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng merupakan salah satu sumberdaya alam yang perlu dilestarikan keberadaannya. Mengingat pentingnya Sub DAS Kali Dendeng bagi masyarakat Kota Kupang, maka kebijakan pengelolaan sumberdaya air harus dilakukan secara menyeluruh. Oleh karena itu perlu dibuat peraturan daerah yang mengatur tentang kebijakan sumberdaya air yang terintegrasi agar masyarakat dapat menikmati sumberdaya air secara adil. Peraturan yang telah dibuat perlu dilaksanakan secara konsekuen dengan memperhatikan kesetaraan dan keadilan.

Untuk mewujudkan kondisi tersebut maka pemerintah bersama warga perlu bekerjasama. Kali Dendeng merupakan salah satu sumberdaya air yang sangat produktif. Agar pengelolaannya lebih bermanfaat maka perlu dilakukan secara terintegrasi. Untuk itu seluruh organisasi pemerintah daerah yang berhubungan kerja dengan sub DAS Kali Dendeng perlu duduk bersama berdiskusi agar tidak terjadi tumpang tindih kewenangan dan pekerjaan. Selain itu pola kolaborasi antar instansi perlu ditingkatkan agar tujuan untuk pengelolaan sub DAS Kali Dendeng yang berkelanjutan dapat terwujud.

Pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng perlu melibatkan seluruh stakeholder secara terpadu dan menyeluruh dari proses perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan. Selain itu pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng perlu memperhatikan sisi konservasi sumberdaya air, pendayagunaan sumberdaya air dan pengendalian daya rusak air. Kebijakan pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng harus mencakup pertama; pengelolaan sumberdaya air bagi kemanfaatan masyarakat masa kini dan generasi masa mendatang. Kedua; peningkatan konservasi sumber daya air secara terus menerus. Pengolahan air untuk kemanfaatan kebutuhan

manusia masa kini dan masa depan menuntut perlu ada keberlanjutan ekologi sungai, sumber-sumber mata air dan ekosistemnya. Terkait hal tersebut, kebijakan konservasi lingkungan kawasan di Sub DAS Kali Dendeng perlu memperhatikan keanekaragaman hayati, dan perubahan iklim, agar keberadaan sumberdaya air di Kali Dendeng dapat tersedia dalam kuantitas serta kualitas yang tetap memadai untuk memenuhi kebutuhan manusia, untuk sekarang dan masa depan. Ketiga; kebijakan pendayagunaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng harus memenuhi unsur-unsur keadilan dan kesejahteraan masyarakat dimana pengelolaan sumberdaya air harus memenuhi social justice yakni memenuhi secara adil kebutuhan masyarakat tanpa membedakan derajat sosial masyarakat. Kebijakan untuk keadilan ini terkait juga dengan alokasi secara proporsional kebutuhan peruntukan penggunaan air seperti: keperluan domestik, pertanian, perikanan, peternakan, industri, dan kebutuhan perkotaan. Keempat; kebijakan pengelolaan pada Sub DAS Kali Dendeng perlu mempertahankan keaslian daerah hulu sungai dan lingkungan ekosistemnya agar dapat mengatasi terjadinya banjir, erosi, sedimentasi, patahan tanah-tebing yang merupakan faktor-faktor daya rusak air. Kebijakan ini sekaligus mencegah munculnya dampak penurunan kualitas tanah dan air, sebagai akibat yang timbul banjir, erosi, dan sedimentasi. Kelima; kebijakan pengelolaan sumberdaya air di Sub DAS Kali Dendeng perlu melibatkan masyarakat dan dunia usaha terutama dalam pengelolaan sumberdaya air dalam mengatasi kerusakan ekosistem yang ada. Peran aktif masyarakat untuk ini diharapkan untuk mengantisipasi terjadinya banjir dan erosi melalui penataan dan pemeliharaan lingkungan sungai dan ekosistemnya. Keenam; kebijakan pengembangan jaringan sistem informasi sumberdaya air (SISDA) dalam pengelolaan sumberdaya air nasional terpadu antar sektor (Toni, 2010).

Dalam Peraturan Daerah No. 11 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Kupang Tahun 2011 – 2031 disebutkan bahwa 30% dari luas wilayah Kota Kupang harus disediakan untuk ruang terbuka hijau (RTH). Hal ini berarti 30% dari 180, 027 km² atau 54, 01 km² harus disediakan untuk ruang terbuka hijau. Salah satu ruang terbuka hijau yang perlu direncanakan secara baik adalah kawasan sempadan sungai, mata air, hutan kota, sempadan pantai dan sempadan jalan. Untuk sempadan sungai, seluruh rekayasa teknis yang memanfaatkan sempadan sungai harus memperhatikan kondisi geologis dari

sempadan sungai tersebut. Oleh karena itu, rekayasa teknis yang dilakukan baik oleh pemerintah maupun masyarakat harus memperhatikan jarak dinding sungai. Permasalahan yang dihadapi di Sub DAS Kali Dendeng adalah pembangunan yang tidak memperhatikan jarak dari sempadan sungai serta kegiatan yang memanfaatkan badan sungai aktif. Kegiatan ini akan menghasilkan limbah baik limbah organik maupun anorganik yang dapat mencemari badan sungai Kali Dendeng. Oleh karena itu perlu intervensi pemerintah dan stakeholder dan juga kesediaan masyarakat untuk mengatasi permasalahan limbah ini.

Penyelesaian yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan limbah ini membutuhkan keterlibatan semua pihak baik pemerintah maupun masyarakat yang bermukim di sempadan Sub DAS Kali Dendeng. Solusi yang ditawarkan adalah dengan mengurangi intervensi langsung masyarakat untuk membuang limbahnya baik limbah padat dan cair ke badan air di Sub DAS Kali Dendeng. Selain itu, pemerintah dan stakeholder yang berkepentingan perlu menyediakan sarana yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mendiami kawasan sempadan Sub DAS Kali Dendeng.

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kajian ini maka dapat disimpulkan bahwa

- Kondisi eksisting fisika dan kimia Kali Dendeng memperlihatkan bahwa kadar BOD, minyak dan lemak, dan coliform di sub DAS Kali Dendeng telah melebihi ambang batas yang ditetapkan sesuai dengan PP No.82 Tahun 2001. Untuk parameter pH, suhu, suspended solids (TSS dan TDS), oksigen terlarut (DO), nitrit, phosphat, detergen dan logam berat (Mn, Fe, Cd, Pb dan Zn) konsentrasi masing masing parameternya masih dibawah limit batas yang ditetapkan oleh PP No. 82 Tahun 2001.
- Analisa status kualitas air dengan menggunakan STORET analisis menunjukkan bahwa sub DAS Kali Dendeng dikategorikan tercemar sedang dengan beban BOD = 29,448 kg/hari dan beban COD = 56, 540 kg/hari
- Sumber pencemar umumnya berasal dari sampah, limbah cair buangan baik dari septik maupun greywater, buangan limbah industri tahu, dan limbah peternakan (babi). Sumber pencemar ini terdistribusi di sepanjang sub DAS Kali Dendeng.
- Belum adanya kesadaran masyarakat dalam melestarikan sumberdaya air di sub DAS Kali Dendeng Hal ini disebabkan karena rendahnya pengetahuan tentang peraturan lingkungan hidup yang berlaku dan akses ke sungai yang sangat mudah karena tidak adanya saluran yang memadai. Untuk industri ketil dan peternakan yang berada di Sub DAS Kali Dendeng, sebagian besar limbah dibuang tanpa diolah terlebih dahulu karena mahalnya biaya treatment air limbah. Umumnya industri yang ada mempunyai keterbatasan dana.
- Koordinasi antar berbagai stakeholder belum berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini disebabkan karena tumpang tindihnya kewenangan yang ada di tiap OPD. Oleh karena itu, seluruh stakeholder perlu duduk bersama untuk berdiskusi

agar pola kolaborasi antar instansi perlu dioptimalkan guna mewujudkan pengelolaan Sub DAS Kali Dendeng yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 1998. *Standart Method for the Examination of Water and Waste Water*. 20^{ed}. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation.
- Asdak, Chay. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- BAPEDALDA PROVINSI NTT 2005. *Laporan Akhir Kualitas Air Sungai Dendeng, 2005 Nusa Tenggara Timur, Kupang, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi*.
- BAPEDALDA PROVINSI NTT 2006. *Laporan Akhir Kualitas Air Sungai Dendeng, 2005 Nusa Tenggara Timur, Kupang, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi*.
- BPS-KOTA-KUPANG 2015. *Statistik Daerah Kota Kupang 2015*, Kupang, Badan Pusat Statistik.
- Cheng H, Yang Z, Chan CW. 2003. An Expert System for Decision Support of Municipal Water Pollution Control. *Journal Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 16. 159-166.
- Eriyatno. 2003. *Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen*. Bogor: IPB Press.
- Ford A. 1999. *Modeling the Environment: An Introduction to System Dynamics Models of Environmental Systems*. California: Island Press.
- Guo HC, Liu L, Huang GH, Fuller GA, Zou R, Yin YY. 2001. A System Dynamics Approach for Regional Environmental Planning and Management: A Study for the Lake Erhai Basin, *Journal of Environmental Management*, 61, 93-111.
- . 2007. *Sistem Dinamik: Konsep Sistem dan Pemodelan untuk Industri dan Lingkungan*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.
- Johanes, A. 2009. *Kualitas Air Kali Dendeng Menurut Metode prati Index*, Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknik Undana, Kupang.

- KANSIIME, F. & NALUBEGA, M. 1999. *Wastewater treatment by a natural wetland: the Nakivubo swamp, Uganda*, CRC Press.
- KIVAISI, A. K. 2001. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. *Ecological Engineering*, 16, 545-560.
- [KLH] KEMENTERIAN NEGARA LINGKUNGAN HIDUP. 2005. Status Lingkungan Hidup Indonesia 2005. Jakarta: Penerbit Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- [KLH] KEMENTERIAN NEGARA LINGKUNGAN HIDUP. 2009. Status Lingkungan Hidup Indonesia 2008. Jakarta: Penerbit Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- KURNIADIE, D. 2011. Wastewater treatment using vertical subsurface flow constructed wetland in Indonesia. *American Journal of Environmental Sciences*, 7 (1), 15 - 19.
- Ling C. 1990. Application of the System Dynamics Method in the Study of Regional Water Resources Protection. *Proceedings of the Beijing Symposium*. China.
- Maharani A, Ciptomulyono U, Santosa B. 2008. Pengembangan Model Optimasi Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Kali Surabaya dengan *Interval Fuzzy Linier Programming (IFLP)*. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII Institut Teknologi Sepuluh Novemver Surabaya, 2 Agustus 2008*.
- MANGUNDIKORO, A. 1985. Dasar-dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu. Dalam Hasil Lokakarya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu. 3-5 Oktober 1985. Jogjakarta.
- Muhammadi, Aminullah E, Soesilo B. 2001. *Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Jakarta : Penerbit UMJ Press.
- Nandalal KDW, Semasinghe SBAD. 2006. A System Dynamics Simulation Model for the Assessment of Water Resources in Sri Lanka. *32nd WEDC International Conference*. Colombo. Sri Lanka.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Qin XS, Huang GH, Zeng GM, Chakma A. 2007. An Interval-Parameter Fuzzy Nonlinear Optimization Model for Stream Water Quality Management Under Uncertainty, *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, 1331-1357.
- SEYHAN, E. 1977. Dasar - Dasar Hidrologi. Jogjakarta, Gadjah Mada University Press.
- Simonovic SP. 2006. *The Four Sides of Water Quality Degradation. Special Report: The Cost of Non-Action*. Canada: The University of Western Ontario.

- Simonovic SP. 2002. World Water Dynamics: Global Modeling of Water Resources, *Journal of Environmental Management*, 66, 249-267.
- Simonovic SP, Rajasekaram V. 2004. Integrated Analysis of Canada's Water Resources: A System Dynamics Approach, *Canadian Water Resources Journal*, 29, No. 4, 223-250.
- Sinlaeloe, B. 2006. Skripsi Penyadapan dan Pemompaan Mata Air di Kali Dendeng Untuk Air Bersih. FST UNDANA, Kupang.
- Singh MD, Kant R. 2008. Knowledge Management: An Interpretive Structural Modeling Approach. *International Journal of Management Science and Engeneering Management*, 3 (2), 141-150.
- Skartveit HL, Goodnow K, Viste M. 2003. *Visualized System Dynamics Models as Information and Planning Tools*. Informing Science InSITE. University of Bergen Norway.
- Soemarno. 2007. *Baku Mutu Lingkungan dan Standardisasi Lingkungan*. Available at: <http://www.images.soemarno.multiply.com/attachment>. [20 Maret 2010].
- USAID 2006. *Comparative Study Centralized Wastewater Treatment Plants in Indonesia.*, Jakarta, USAID Indonesia.
- Zhang H, Zhang X, Zhang B. 2009. System Dynamic Approach to Urban Water Demand Forecasting. *Transaction of Tianjin University*, 15(1): 70-74.
- Zhang XH, Zhang HW, Chen B, Chen GQ, Zhao XH. 2008. Water Resources Planning Based on Complex System Dynamic: A Case Study of Tianjin City. *Communication in Nonlinier Science and Numerical Simulation*, 13 : 2328-2336. Available on line at www.sciencedirect.com. [18 Juni 2009]